

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
КОМИССИЯ ОНЗ РАН ПО ИЗУЧЕНИЮ
ЧЕТВЕРТИЧНОГО ПЕРИОДА
ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ РАН

RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES
COMMISSION FOR STUDY
OF THE QUATERNARY
GEOLOGICAL INSTITUTE RAS



**BULLETIN
OF THE COMMISSION
FOR STUDY
OF THE
QUATERNARY**

№ 80

Bulletin was founded in 1929

Editorial Board:
doctor of geological and mineralogical sciences
YU.A. LAVRUSHIN (editor-in-chief)
candidate of geological and mineralogical sciences
A.N. SIMAKOVA

MOSCOW
GEOS
2022

БЮЛЛЕТЕНЬ КОМИССИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ЧЕТВЕРТИЧНОГО ПЕРИОДА

№ 80

Бюллетень основан в 1929 г.

Ответственные редакторы:
доктор геолого-минералогических наук
Ю.А. ЛАВРУШИН (главный редактор)
кандидат геолого-минералогических наук
А.Н. СИМАКОВА

МОСКВА
ГЕОС
2022

УДК 551.7/8
ББК 26.323
Б 98

**Бюллетень Комиссии по изучению четвертичного периода № 80. – М.: ГЕОС, 2022. – 102 с.
ISSN 0366-0907**

В данном номере Бюллетеня содержатся новые материалы по глобальным проблемам изучения четвертичного периода и отдельным региональным вопросам. Новые идеи, изложенные в ряде работ могут представлять интерес для дальнейшего развития фундаментальных проблем квартера в XXI веке.

Для геологов, палеонтологов, палеогеографов, археологов и других специалистов, изучающих проблемы четвертичного периода.

Редакционная коллегия:

Ю.А. Лаврушин (главный редактор), А.В. Панин, А.С. Застрожнов
В.С.Зыкин, А.Н. Симакова, И.П. Второв

Рецензенты

*доктор геол.-мин. наук Л.Н. Андреичева, доктор геогр. наук А.В. Панин
доктор геол.-мин. наук Ю.А. Лаврушин*

**Bulletin of the Commission for study of the Quaternary. № 80 – М.: GEOS, 2022. – 102 p.
ISBN 0366-0907**

The suggested issue of the Bulletin includes new data in global Quaternary problems and some regional evidence. The presented new ideas may be of interest for subsequent development of fundamental problems of Quaternary in the XXI st century.

The issue is addressed to geologists, paleontologists, archaeologists and other specialists interested in of Quaternary.

Editorial board:

Yu.A. Lavrushin (Editor-in-chief), A.V. Panin, A.S. Zastrozhnov
V.S.Zikin, A.N. Simakova, I.P. Vtorov

Reviewers:

*Doctor of Geology and Mineralogy L.N. Andreicheva, Doctor of Geography A.V. Panin
Doctor of Geology and Mineralogy Yu.A. Lavrushin*

© Российская Академия наук, 2022
© ГЕОС, 2022

Научное издание

БЮЛЛЕТЕНЬ КОМИССИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ЧЕТВЕРТИЧНОГО ПЕРИОДА, № 80

ООО “Издательство ГЕОС”

129315, Москва, 1-й Амбулаторный пр-д, 7/3-114. Тел./факс: (495) 959-35-16, (499) 152-19-14, 8-926-222-30-91.
E-mail: geos-books@yandex.ru, www.geos-books.ru

Подписано к печати 25.12.2022.

Формат 60×90 1/8. Бумага офсетная. Печать офсетная. Уч.-изд. л. 14,0. Тираж 100 экз.
Отпечатано в полном соответствии с представленным электронным оригинал-макетом

в ООО “Чебоксарская типография № 1”. 428019, г.Чебоксары, пр.И. Яковлева, 15.

ЕЛЕНА ДМИТРИЕВНА ЗАКЛИНСКАЯ (1910–1989) – ОСНОВАТЕЛЬ ПАЛИНОЛОГИЧЕСКОЙ КОМИССИИ В РОССИИ

О.Д. Найдина

Геологический институт РАН, Москва
onaidina@gmail.com

DOI:10.34756/GEOS.2023.17.38660

На основании личных воспоминаний и литературных данных представлены штрихи к образу профессора Е.Д. Заклинской, основные вехи творческого пути в её научной и организационной работе при изучении палинологии в Институте геологических наук и Геологическом институте АН СССР. Она многолетний руководитель палинологической группы Геологического института АН СССР, участвовала во множестве экспедиций, выступала с докладами и организовывала конференции, была автором книг и статей по палинологии четвертичного периода. Основала и многие годы являлась председателем Палинологической комиссии Координационного совета АН СССР, была вице-президентом и членом Совета Международной федерации палинологических обществ (IFPS), вела большую организационную работу в Палинологической комиссии и редакционную работу в её Труды и международных журналах. Е.Д. Заклинской были посвящены памятные мероприятия, она удостоена высоких наград и премий, её идеи и палинологический метод для биостратиграфии четвертичных отложений по-прежнему важны и современны.

Ключевые слова: Елена Дмитриевна Заклинская, Палинологическая комиссия Координационного совета АН СССР, Институт геологических наук АН СССР, Геологический институт АН СССР, Отдел четвертичной геологии, история геологии, история палеонтологии.

Елена Дмитриевна Заклинская – выдающийся отечественный палинолог, палеоботаник и стратиграф оказала огромное влияние на становление и развитие палинологии в СССР. Автобиографии [Личное дело. Л. 7, 8–9, 25–26, 34–35, 44, 114–115], отзывы и обзоры научной деятельности [1985], а также очерки коллег [Игнатьев, 2010; Кезина, 2016; и др.] позволяют осветить основные вехи её творческого пути.

Елена Дмитриевна родилась 2 апреля (20 марта) 1910 г. во Владивостоке в семье военного инженера Дмитрия Дмитриевича Заклинского (1876–1928). В 1918 г. они переехали в Москву, где в 1928 г. Е.Д. Заклинская закончила школу 10-летку. Она начала учиться на медика в МГУ, но вскоре перешла на Географический факультет I МГУ, где училась, с перерывами в 1930–1936 гг. [Личное дело. Л. 111, 117]. Студенткой в 1931–1933 гг. работала в Байкальской геохимической экспедиции Инсти-

Е.Д. Заклинская, 1960-е
Elena Zaklinskaya, 1960s



Автограф Е.Д. Заклинской, 1975
Signature, 1975



Е.Д. Заклинская в 1945 г. в Институте геологических наук АН СССР
Elena Zaklinskaya at the Institute of Geological Sciences of the USSR Academy of Sciences, 1945

тута геохимии, минералогии и кристаллографии им. М.В. Ломоносова АН СССР и обрабатывала собранные материалы. Отзыв о её первой научной деятельности по изучению пегматитовых жил 13 декабря 1933 г. написал академик А.Е. Ферсман: «в Е.Д. Заклинской мы имеем серьёзного молодого работника, который с успехом прошел первую стадию подготовки к научной деятельности» [Личное дело. Л. 2]. Ленинградский палинолог Ирина Митрофановна Покровская (1902–1970) также оставила несколько положительных отзывов, о том, что Е.Д. Заклинская в 1932 г. начала работать по изучению пыльцевых комплексов в четвертичных отложениях из многих регионов СССР и изучила лабораторные и полевые методы работы [Личное дело. Л. 3].

Пионерными работами по палинологии в стратиграфии следует считать труды шведских ученых, в том числе Леннарта Фон Поста (1884–1951), а последователем этого метода в России академика В.Н. Сукачева (1880–1967), которые применяли спорово-пыльцевой анализ для расчленения торфяно-болотных фаций четвертичных отложений ещё на заре XX века. Первыми учителями Елены Дмитриевны по части палинологии были, тогда ещё молодые, инициаторы спорово-пыльцевого анализа в СССР, будущие виднейшие учёные-геоботаники, палеогеографы и торфоведа М.И. Нейштадт (1903–1985) и С.Н. Тюремнов (1905–1971). В связи с развернувшимся строительством различных гидротехнических сооружений в СССР, начал активно внедряться палинологиче-

ский метод в изучении четвертичных отложений. Многие дали Е.Д. Заклинской сотрудничество с палинологом-четвертичником В.П. Гричуком (1903–1999), основавшего незадолго до войны спорово-пыльцевую лабораторию на базе Института географии АН СССР (ИГАН).

Идея организации специальной палинологической лаборатории в стенах геологического института принадлежала академику Г.Ф. Мирчинку (1889–1942) и его помощнику профессору В.И. Громову (1896–1978). Г.Ф. Мирчинк, основатель современной четвертичной геологии, один из создателей московской школы геологов-четвертичников, являлся в то время заведующим четвертичного отдела. Они и пригласили Е.Д. Заклинскую осенью 1939 г. на работу в Институт геологических наук (ИГН) АН СССР. В августе 1943 г. она организовала лабораторию пыльцевого анализа при отделе четвертичной геологии, которая обслуживала все работы партий по изучению четвертичных отложений.

Елена Дмитриевна вспоминала, что «силою судеб оказалась в ранге организатора и руководителя лаборатории спорово-пыльцевого анализа» ИГН [Заклинская, 1985]. Лаборатория состояла тогда из самой Елены Дмитриевны и лаборанта. Она делилась методами и техникой пыльцевого анализа четвертичных отложений с аспирантами МГУ, сотрудниками Палеонтологического института АН СССР, Дальстроя НКВД и с другими организациями. Во время Великой Отечественной войны они эвакуировались для работ на Урале, в Казахстане и в южной Сибири на Салаирском кряже. Возрождение лаборатории произошло в послевоенное время, когда в стране велись масштабные геологоразведочные, поисково-съёмочные работы, требующие применения палинологического метода для стратиграфии и палеогеографии четвертичных континентальных отложений. На протяжении 50 лет её творческая жизнь была связана с Институтом геологических наук (ИГН), реорганизованным в 1956 г. в Геологический институт (ГИН) АН СССР. 11 июня 1971 г. Е.Д. Заклинская была утверждена в учёном звании профессора по специальности «палеонтология и стратиграфия» [Личное дело. Л. 100].

Надо отметить, что до сих пор в четвертичной геологии среди палеонтологических методов палеоботанические методы применяются гораздо шире (чем, например микротириологический), особенно палинологический и карпологический, реже анализ макроостатков растений, диатомовых и других микроскопических водорослей. Палинологический метод, применяемый для корреляции континентальных отложений разных межледниковых эпох и сопоставления разрезов удаленных на сотни и

тысячи километров, наиболее универсален из-за повсеместной встречаемости в осадочных породах спор и пыльцы [Астахов, 2020].

Проблемы, разрабатываемые лабораторией Е.Д. Заклинской в послевоенные годы, всегда были связаны с налаживанием методических основ палинологического анализа, а выход в практику осуществлялся в постановке исследований совместно с производственными организациями; проводились открытые консультации и воспитание очных и заочных аспирантов – таким путём создавалась школа палинологов. В кратчайшие сроки были налажены детальные работы по выяснению состава спорово-пыльцевых спектров с составом продуцирующей растительности, установлены ареалы распространения пыльцы некоторыми лесообразующими породами в целях стратиграфии четвертичных отложений и реконструкции истории растительности антропогена.

Важным этапом стал выпуск первого в СССР руководства по палинологии «Анализ ископаемых пыльцы и спор и его применение в палеогеографии» [Гричук, Заклинская, 1948], ставшего настольной книгой нескольких поколений палинологов-четвертичников. В частности, в этой важной в методическом отношении монографии, была доказана необходимость дополнительного, к пыльце древесных растений, определения состава пыльцы трав и спор. Последнее дает возможность более точно характеризовать физико-географические палеоусловия и получать более надежные палинологические данные для стратиграфического расчленения четвертичных отложений. Предложенный Е.Д. Заклинской совместно с В.П. Гричуком метод сепарации пыльцы тяжелыми жидкостями до сих пор применяется в спорово-пыльцевых лабораториях России и ближнего зарубежья.

В 1951 г. Елена Дмитриевна вместе с И.М. Покровской (из ВСЕГЕИ) и при участии В.П. Гричука (ИГАН) получила Сталинскую премию II степени, как соавтор фундаментального научный труд «Пыльцевой анализ». Как соавтор этой первой обобщающей коллективной монографии по палинологии она сделала морфологическое описание пыльцы древесных и травянистых растений, произрастающих во время квартера [Заклинская, 1950]. В автобиографии Елена Дмитриевна сообщила, что «отвоевывавшая самостоятельность палинологического метода для восстановления истории флоры и растительности, палеофлористики, биостратиграфии, палинология в Геологическом институте развивалась параллельно с разворачиванием поисково-съёмочных работ, связанных с поисками, разведкой и разработкой полезных ископаемых таких как нефть, газ, уголь, россыпи, бокситы и др.».

С 1950-х гг. сфера деятельности лаборатории распространялась на антропоген, неоген и палеоген. Внедрялся ареалогический анализ отдельных таксонов, растительных ассоциаций и ценозов. В этот же период начали развиваться маринопалинологические исследования, которые особенно широко внедрились в практику геологических работ в связи с глубоководным бурением дна океанов.

Начиная с 1960-х гг. диапазон работ расширился и исследования простёрлись на весь кайнофит, этот растительный период в геологическом времени длится весь верхний мел и палеоген, неоген, плейстоцен вплоть до голоцена. История кайнофита как совершенно новый этап в развитии биосферы, особенно красочно рисуется в летописи покрытосеменных, которые явились изящнейшим инструментом для раскрытия мельчайших подробностей становления флоры позднего мезофита и кайнозоя в целом. На исследовании флоры (по палинологическим данным) удалось доказать уникальность палинологического метода для прямых сопоставлений и корреляции морских и континентальных отложений, что не доступно с помощью иных палеонтологических групп. Удалось установить последовательность в смене этапов, фаз и подфаз кайнофита и выделить ряд палинохронов, характеризующихся т.н. «ключевыми» (межконтинентальное распространение) и «коррелятивными» (распространение в пределах крупных фитохорий) таксонами». Введя в палинологию эти понятия о таксонах, Елена Дмитриевна пыталась с их помощью разобраться в палинологических критериях установления и уточнения стратиграфических подразделений. Использование палинологического метода разнится для четвертичной и дочетвертичной геологии. Для четвертичных отложений редко применяется метод прослеживания в разрезе появления и исчезновения таксонов, т.к. четвертичный период слишком краток для массового появления новых видов в процессе биологической эволюции.

На рубеже 1940-х и 1950-х гг. произошло становление коллектива лаборатории, в которую вошли ученики Е.Д. Заклинской, в то время ещё молодые специалисты – О.В. Матвеева, Р.Е. Гитерман, Л.В. Голубева, Г.М. Братцева, Л.А. Скиба. Приток новых кадров способствовал развитию в институте четвертичной палинологии. В эти же годы под руководством Елены Дмитриевны начала создаваться коллекция современных пыльцы и спор, которая пополнялась препаратами на протяжении нескольких десятилетий. Эта палинотека применялась для определения пыльцы из четвертичных отложений.

Только 21 января 1955 г. Е.Д. Заклинская защитила кандидатскую диссертацию по теме «Страти-



Секция кайнофита под председательством Е.Д. Заклинской (сидит в центре)
Cenophytic section chaired by Elena Zaklinskaya (sitting in the center)

графическое значение пылицы голосеменных кайнозойских отложений Павлодарского Прииртышья и Северного Приаралья», где многие разрезы впервые получили палинологическую характеристику. Монографически была описана пыльца голосеменных Казахстана с оценкой её стратиграфического значения. В последующее десятилетие Елена Дмитриевна была сосредоточена на исследовании морфологии и систематики ископаемой пылицы покрытосеменных растений позднего мезозоя и кайнозоя. 9 марта 1956 г. Президиум АН СССР присвоил ей звание старшего научного сотрудника по специальности «стратиграфия».

В 1964 г. Елена Дмитриевна защитила докторскую диссертацию по теме «Пыльца покрытосеменных и ее значение для обоснования стратиграфии верхнего мела и палеогена». Эта диссертация стала обобщением её научных достижений в области биостратиграфии и палинологии всего кайнофита Казахстана.

Её привлекали новые методы и технологии, например, электронная микроскопия или морская палинология, и она сразу пускала их в ход. Она монографически описала многие виды пылицы и спор из отложений мел-палеогенового возраста до начала последнего ледникового периода в квартале. Ею был создан синопсис ключевых и коррелятив-

ных таксонов для различных геологических эпох. Впрочем, в четвертичной геологии эффективнее используются не отдельные виды растений, а их фитоценозы, которые позволяют реконструировать основные особенности прошлых ландшафтов и климата.

За годы работы она принимала участие во многих геологических экспедициях в разных районах страны, а во время рейса на легендарном научно-исследовательском судне «Витязь» 5 месяцев изучала Индийский океан и посетила многие зарубежные страны [Личное дело. Л. 74–75]. Елена Дмитриевна одна из первых в стране, кто по инициативе академика В.В. Меннера (1905–1989) стала исследовать четвертичные осадки Каспийского и Японского морей, тем самым заложив основы отечественной маринопалинологии.

Также многообразна, как и научная, была организационная деятельность Е.Д. Заклинской. Под её руководством возникла Московская школа, воспитавшая многих палинологов. К ней за консультациями и научным общением приезжали специалисты со всей страны. По её инициативе организовывались многие палинологические конференции и совещания в нашей стране, она участвовала и в международных палинологических конференциях. Знаменательное событие произошло летом 1971 г.,

когда в Новосибирском Академгородке состоялась III Международная палинологическая конференция. Материалы этого международного форума были опубликованы в 11 тематических сборниках, которые создавались при участии Елены Дмитриевны. Одним из результатов этого международного собрания палинологов стало учреждение Международной палинологической комиссии (The International Committee for Palynology – ICP). Вскоре, по инициативе Елены Дмитриевны, начала действовать Палинологическая комиссия Координационного совета АН СССР, председателем которой многие годы она и являлась. Благодаря Елене Дмитриевне за рубежом узнали о работе палинологов в СССР, при ее активном содействии были собраны и распространены первые справочные материалы на английском языке с подробным указателем всех палинологов Советского Союза. Елена Дмитриевна делала невозможное – строила мосты палинологии в разгар холодной войны.

С помощью общения в форме рассылки информационных циркуляров Совет Международной палинологической комиссии содействовал за период своей деятельности развитию единых тенденций во всех основных аспектах палинологии. С 1984 г. ICP стала Международной федерацией палинологических обществ (The International Federation of Palynological Societies – IFPS), а конференции превратились в Международные палинологические конгрессы. Елена Дмитриевна была вице-президентом Международной палинологической комиссии (1977–1980) и членом Совета Федерации IFPS (1984–1988). Она состояла в редколлегии

международного журнала «Review of Palaeobotany and Palynology».

Таким образом, одним из основных палинологических центров стал Геологический институт АН СССР, где работа велась по нескольким направлениям: с 1946 г. в отделе фанерозоя С.Н. Наумова (1902–1975), изучалась пыльца в углях и развивалось морфолого-стратиграфическое направление для древнейших осадков; в дальнейшем в институте были созданы школы такого же направления Н.А. Болховитиной (1915–1997) по мезофиту и Е.Д. Заклинской по палеогену, неогену и квартеру. В 1959 г. также ею была основана первая палинологическая лаборатория в Пекине, во время командировки в Китай [Личное дело. Л. 65, 116].

Она автор многочисленных публикаций. Свою первую научную палинологическую статью по квартеру она опубликовала в «Бюллетене МОИП. Отдел геологический» [Заклинская, 1946]. В этой работе она подошла к теоретическому обоснованию метода пыльцевого анализа – вопросу о соотношении состава растительности и состава продуцируемых ею пыльцы и спор. Знание этого соотношения позволило перейти от состава четвертичного спорово-пыльцевого спектра к характеристике растительности, существовавшей в данном районе в период накопления осадка, содержащего этот спектр.

Спустя несколько лет вышли в свет её статьи по четвертичной палинологии торфяников предгорий Алтая и флоре Баргузинской долины в «Бюллетене Комиссии по изучению четвертичного периода».



Нейштадт М.И. и Заклинская Е.Д. на 4 Международном палинологическом конгрессе (г. Лакхнау, Индия. 1976)
M.I. Neustadt and E.D. Zaklinskaya at the 4th International Palynological Congress (Lucknow, India, 1976)



Выступление Е.Д. Заклинской, 1970-е гг.
Presentation by E.D. Zaklinskaya, 1970s

Для эпохи накопления торфа по пыльцевым данным ею восстановлено развитие лесной и степной растительности, что позволило установить изменения климатических условий и прийти к выводу о существовании не менее двух четвертичных оледенений, распространившихся до предгорий Алтая [Щукина, Заклинская, 1949]. Спорово-пыльцевые комплексы плиоцен-плейстоцена, выделенные Е.Д. Заклинской в Прибайкалье [Заклинская, 1950], остаются пригодными для широких корреляций и играют важную роль в биостратиграфии региона.

С Е.Д. Заклинской я познакомилась будучи сотрудницей кафедры высших растений биологического факультета МГУ, в 1977 году. В ту пору на кафедре проводились договорные работы со ВСЕГЕИ и палинологи занимались реконструкцией растительности и климата по спорово-пыльцевым данным в целях стратиграфии и геологической корреляции четвертичных отложений Забайкалья. Бывая на биофаке, Елена Дмитриевна всегда находилась в курсе событий кафедры, наблюдала, кто из палинологов, чем занимается. Тогда она заметила и меня, сетовавшую, что мало пылицы под микроскопом, а геологи из ВСЕГЕИ ждут результат: «найдёте пыльцу тсуги – дайте телеграмму!» Так, с разговора о пыльце хвойного дерева тсуги и её индикаторных свойствах завязалось наше знакомство. Её опыт в определении пылицы голосеменных оказался весьма полезным. Елене Дмитриевне всегда хотелось узнать что-то новое и поделиться своим опытом, она умела создать научную атмосферу и заинтересовать молодежь.

Особенно ее привлекали достижения в области сканирующей электронной микроскопии, ведущиеся на кафедре. Прежде всего её интересовали работы Н.Р. Мейер и Н.И. Филиной по исследованию оболочек пыльцевых зёрен и спор современных и ископаемых растений методами электронной микроскопии. Елена Дмитриевна была официальным оппонентом докторской диссертации Нонны Робертовны Мейер (1937–2003) – будущего профессора кафедры высших растений. Диссертация была посвящена сравнительно-морфологическим исследованиям развития и ультраструктуры спородермы голосеменных и примитивных покрытосеменных и защищалась в Ленинграде в Ботаническом институте АН СССР. Елена Дмитриевна и Нонна Робертовна потом бурно делились на кафедре своими впечатлениями о защите и поездке в Ленинград.

Эпоха Брежневского «застоя», по словам Елены Дмитриевны, была самой продуктивной в её научной жизни. В это время она много работала над различными методическими вопросами палинологии для целей стратиграфии и палеофлористики. Во время Горбачёвской «перестройки» сильно сократились геологоразведочные работы и финансирование науки, что привело к сокращению количества палинологических лабораторий в стране. Е.Д. Заклинская всегда защищала палинологов, убедительно выступая в поддержку тех или иных палинологических исследований.

Однажды весной Елена Дмитриевна пригласила меня к себе в лабораторию в ГИНе; она сидела в кабинете у окна слева. Мне надо было посоветоваться с ней по поводу моих палинологических ра-

бот по квартире. Она рассеянно слушала, но вдруг посреди разговора спохватилась:

– Пойдём! Я познакомлю тебя с Владимиром Поликарповичем. – Я затрепетала, сказав, а не лучше ли в другой раз...

– Другого раза не будет! И мы вместе пошли в Институт географии, находящийся за углом.

К счастью, В.П. Гричук был на рабочем месте в спорово-пыльцевой лаборатории; при входе помещались центрифуги, колбы, штативы с пробирками, где трудилась лаборантка, а Владимир Поликарпович находился у окна за большим столом, похожем на верстак ювелира – форма стола с полукруглым углублением в столешнице. Мы поговорили на палинологические темы и потом я бывала в Институте географии не раз, даже у него дома, где он передал мне свои контурные карты с ареалами древесных растений для применения ареалогического метода в целях расчленения четвертичных отложений.

В 1980-е годы я исполняла отдельные поручения Елены Дмитриевны по подготовке к печати справочника об отечественных палинологах, заходила к ней в лабораторию и неоднократно бывала у неё дома недалеко от Института геологии и разработки горючих ископаемых Миннефтепрома и АН СССР (ИГиРГИ) на ул. Вавилова, где трудилась Л.В. Ровнина, с которой Елена Дмитриевна была тесно связана по организационным делам Палинологической комиссии. Лидия Васильевна Ровнина (1927–2010) заведовала Сектором стратиграфии и палинологии и так же как Елена Дмитриевна неоднократно избиралась национальным

представителем в Совете ICP и IFPS. В то время по инициативе IFPS готовился к печати всемирный справочник палинологов и меня также привлекли к составлению списков советских палинологов, что было очень хлопотно и отнимало уйму времени. Надо было писать друг другу письма, часто от руки, компьютеров тогда не было, и посылать запросы в палинологические лаборатории по всей стране, следить за корреспонденцией. Зато мне посчастливилось общаться в неформальной обстановке с Еленой Дмитриевной и Лидией Васильевной и узнать какие они порядочные, трудолюбивые и замечательные люди. Они были разные, но обе обладали харизмой и в действительности были заботливыми покровителями палинологов огромной страны.

Только спустя несколько лет в 1988 г. в Канаде первый Всемирный справочник палинологов вышел в свет; через несколько месяцев на почту ГИН АН СССР поступило множество заморских посылок с этой книгой. В предисловии президента IFPS было указано, что «Издание этого справочника – результат усилий, которые прилагает IFPS с целью способствовать расширению контактов и сотрудничества среди палинологов разных стран и различных научных направлений. Палинология – многообразная наука. Работающие в этой области учёные специализируются в изучении современных или ископаемых микроструктур с органической оболочкой, известных под общим названием палиноморфы. К числу наиболее распространенных палиноморф относятся споры, пыльца, акри-тархи, цисты динфлагеллят и хитинозон. Получае-



Выступление Е.Д. Заклинской, 1980-е гг.

Presentation by E.D. Zaklinskaya, 1980s

мые палинологами знания применяются в таких областях, как ботаника, зоология, геология, география, археология, медицина, сельское хозяйство, экология, климатология, история, а также на стыке этих и других наук. Палинология – это поистине комплекс отраслей наук, причём такой, в котором каждая из отраслей тесно переплетается со многими другими отраслями. Справочник имен и адресов палинологов отражает поэтому очень широкий круг профессиональных интересов, объединенных одной общей темой». Составление справочника потребовало ведения обширной переписки, обработки на ЭВМ большого объема данных, а также подготовки и редактирования рукописи [World directory..., 1988].

Елена Дмитриевна была председателем Палинологической комиссии СССР долгие годы. Во многом благодаря её организаторским способностям проводились совещания и Всесоюзные палинологические конференции, которые так объединяли и сдружили палинологов СССР. Запомнилась V Всесоюзная палинологическая конференция в Саратове в конце декабря 1985 г. Это была первая палинологическая конференция в моей жизни. Тогда я уже трудилась на геологическом факультете МГУ, ещё был жив Андрей Валентинович Кожевников (1928–1986), геолог-четвертичник, который и пригласил меня работать палинологом сначала по Беломорью, затем по Северному Кавказу. Конференция проходила в заснеженном пансионате на берегу Волги, выдалась необычайно снежная настоящая зима. Елена Дмитриевна, как всегда, была по-девичьи легка и стройна. Удивительно, насколько четко она выражала свою точку зрения и делилась опытом. Е.Д. Заклинская познакомила меня там с палеоботаником Сергеем Викторовичем Мейеном (1935–1987), что привлекло внимание многих палинологов. Сама Елена Дмитриевна перед выступлениями ничего не ела, пила только чай и кофе, а после докладов много курила. Это была последняя палинологическая конференция Елены Дмитриевны в её жизни. Следующая конференция в Минске в декабре 1989 г. проходила уже без неё. Как многое держалось на её огромном авторитете, опыте, доброжелательности, стремлении помочь и любви к палинологии, особенно становится понятным сегодня.

...Вести горьки и печальны – 10 октября 1989 года не стало Е.Д. Заклинской. В день кремации было решено оставить меня у неё дома готовить поминальный стол. После Хованского крематория родные, близкие и сослуживцы собрались на поминках. Было много народа – коллег и учеников Елены Дмитриевны. Прах Е.Д. Заклинской был захоронен в семейной могиле на Новодевичьем кладбище в Москве.

Идея Е.Д. Заклинской о развития палинологии, как самостоятельной науки на стыке биологии и геологии, определила во многом востребованность палинологических исследований современным, прежде всего международным, сообществом, особенно при изучении четвертичного периода. В этом смысле Заклинская была человеком не прошлого, а нынешнего века.

Благодарим за фотографии и информационные материалы предоставленные группой истории геологии ГИН РАН https://www.flickr.com/photos/hi_geo/albums/72157673974365044. Библиография и документы Е.Д. Заклинской размещены в информационной системе «История геологии и горного дела» ГИН РАН (<http://higeo.ginras.ru/view-record.php?tbl=person&id=699>).

Литература

- Астахов В.И.* Четвертичная геология суши: учебное пособие. СПб.: Изд-во СПб ун-та. 2020. 440 с.
- Гричук В.П., Заклинская Е.Д.* Анализ ископаемых пыльцы и спор и его применение в палеогеографии. М.: ОГИЗ Гос. изд-во геогр. лит. 1948. 224 с.
- Заклинская Е.Д.* О сопоставлении состава растительности с продуцируемой ею пыльцой в Казахстане // Бюлл. МОИП, отд. геол. 1946. Т. 21. Вып. 5. С. 85–95.
- Заклинская Е.Д.* Основные вехи палинологии кайнофита, развивавшиеся в Геологическом институте // Страницы истории Московской геологической школы. М.: Наука, 1985. С. 104–141. (Очерки по истории геологических знаний. Вып. 22).
- Заклинская Е.Д.* Некоторые данные по плиоценовой флоре Баргузинской долины // Бюллетень Комиссии по изучению четвертичного периода. № 15. 1950. С. 87–92.
- Заклинская Е.Д.* Морфологическое описание пыльцы травянистых и некоторых кустарниковых растений по семействам // Пыльцевой анализ. М.: Гостеолиздат. 1950. С. 286–355.
- Игнатъев И.А.* Памяти Е.Д. Заклинской // *Lethaea rossica*. Т. 2. 2010. С. 90–94.
- Кезина Т.В.* Тропинками судьбы // Вестник АмГУ. № 73. 2016. С. 172–182.
- Личное дело Заклинской Елены Дмитриевны. Архив ГИН РАН. Фонд 1811. № 350.1 Индекс 6751. 122 л.
- Щукина Е.Н., Заклинская Е.Д.* Некоторые данные к стратиграфии четвертичных отложений предгорий Алтая // Бюллетень Комиссии по изучению четвертичного периода. № 14. 1949. С. 68–76.
- World directory of Palynologists I.F.P.S., first edition. Dartmouth: Geological Survey of Canada. 1988. 259 p.

Literature

- Astakhov V.I.* Quaternary geology of the land: a textbook. St. Petersburg: St. Petersburg University, 2020. 440 p.

- Grichuk V.P., Zaklinskaya E.D.* Analysis of fossil pollen and spores and its application in Paleogeography. M.: OGIZ State Publishing House. geogr. lit. 1948. 224 p.
- Ignatiev I.A.* In Memory of E.D. Zaklinskaya // *Lethaea rossica*. Vol. 2. 2010. P. 90–94.
- Kezina T.V.* Paths of fate // *Bulletin of the AmSU*. N. 73. 2016. P. 172–182.
- Shchukina E.N., Zaklinskaya E.D.* Some data on the stratigraphy of quaternary deposits Foothills of Altai // *Bulletin of the Commission for the Study of the Quaternary period*. N. 14. 1949. P. 68–76.
- Zaklinskaya E.D.* Some data on the Pliocene flora of the Barguzin Valley // *Bulletin of the Commission for the Study of the Quaternary Period*. No. 15. 1950. P. 87–92.
- Zaklinskaya E.D.* The main milestones of kainophyte palynology that developed in the Geological Institute // *Pages of the history of the Moscow Geological School*. M.: Nauka, 1985. P. 104–141. (Essays on the history of geological knowledge. Issue 22).
- World directory of Palynologists I.F.P.S., first edition. Dartmouth: Geological Survey of Canada. 1988. 259 p.

O.D. Naidina

**ELENA DMITRIEVNA ZAKLINSKAYA (1910–1989) –
FOUNDER OF THE PALYNOLOGICAL COMMISSION IN RUSSIA**

Based on personal memories and literary data, the strokes to the image of Professor E.D. Zaklinskaya, the main milestones of her creative path in her scientific and organizational work in the study of palynology at the Institute of Geological Sciences and the Geological Institute of the USSR Academy of Sciences are presented. She is a laureate of the USSR State Prize, a long-term head of the palynological group of the Geological Institute of the USSR Academy of Sciences, participated in many geological expeditions, made reports, was the author of books and articles on palynology of the Quaternary period. She founded and for many years was the chairman of the Palynological Commission of the Coordinating Council of the USSR Academy of Sciences, was vice-president and a member of the Council of the International Federation of Palynological Societies (IFPS), conducted extensive organizational work in the Palynological Commission and editorial work in its Works and international journals. E.D. Zaklinskaya was dedicated to commemorative events, she was awarded high awards and prizes, her ideas and the palynological method for biostratigraphy of Quaternary sediments are still important and modern.

Key words: Elena Dmitrievna Zaklinskaya, Palynological Commission of the Coordinating Council of the USSR Academy of Sciences, Institute of Geological Sciences of the USSR Academy of Sciences, Geological Institute of the USSR Academy of Sciences, Department of Quaternary Studies, Department of Quaternary Geology, history of geology, history of paleontology.

РАСТИТЕЛЬНОСТЬ И КЛИМАТ БОРКОВСКОГО ИНТЕРВАЛА БЕЛОВЕЖСКОГО ВРЕМЕНИ ПЛЕЙСТОЦЕНА НА ВОСТОКЕ БЕЛАРУСИ ПО МАТЕРИАЛАМ ПАЛИНОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

А.В. Шидловская

Институт природопользования НАН Беларуси, Минск, Беларусь: anne.shidlovska@gmail.com

DOI:10.34756/GEOS.2023.17.38661

В работе приведены результаты палинологических исследований древнеозёрных отложений, вскрытых поисковыми скважинами на востоке Беларуси в пределах Могилёвской водноледниково-моренной равнины. Отложения скважины 21.2 относятся к верхней части наревского горизонта и большей части борковского подгоризонта беловежского горизонта плейстоцена Беларуси. В скважинах 2Р и 4Р изученные отложения принадлежат к нижней половине борковского подгоризонта. Полученные данные в совокупности с уже известными палинологическими материалами по разрезам исследуемой территории позволили выполнить реконструкцию растительности и климата борковского интервала беловежского времени (соответствует глазовскому оптимуму мучапского межледниковья в схеме неоплейстоцена России). В самую теплую фазу средняя температура января достигала +1.5 °С, а июля – +21.25 °С, произрастали преимущественно широколиственные вязово-дубово-лещиновые леса.

Ключевые слова: плейстоцен Беларуси, беловежский горизонт, споры и пыльца, палинostrатиграфия, растительность, климат.

Введение

На территории Беларуси отложения беловежского межледниковья, коррелируемого с мучапским межледниковьем на территории России [Глушков, 2001; Шик, Козлов, 2002; Стратиграфические схемы..., 2010 и др.], изучены палинологическим методом в нескольких десятках разрезов. На востоке страны они тяготеют к бассейну р. Днепр и сконцентрированы в пределах Могилёвской водноледниково-моренной равнины.

В рамках работ по глубинному геологическому картированию в 2016–2018 гг. на территории Могилёвской равнины Государственным предприятием «НПЦ по геологии» пробурены четыре поисковые скважины (1Р–4Р) в Чаусском районе Могилёвской области и ещё четыре (69.1–69.3, 21.2) на Быховской площади Могилёвской области. Рядом скважин вскрыты древнеозёрные отложения. Результаты более детальных палинологических и палеокарпологических исследований показали, что

соответствующие отложения из разрезов скважин 2Р и 4Р сформировались во время начальных фаз и первой половины оптимума борковского интервала беловежского времени плейстоцена Беларуси [Шидловская, Литвинюк, 2022]. Древнеозёрные отложения из скважины 21.2 накопились во время заключительной фазы наревского оледенения, начальных фаз, оптимума и одной из завершающих фаз борковского теплого интервала беловежского времени плейстоцена Беларуси [Якубовская, 2020; Шидловская и др., 2022].

В данной работе приведены краткие результаты палинологических исследований межледниковых отложений из разрезов скважин 2Р, 4Р и 21.2. Полученные материалы вместе с уже имеющимися данными позволили реконструировать растительность и климат борковского интервала беловежского межледниковья плейстоцена Беларуси на территории Могилёвской водноледниково-моренной равнины и получить более полное представление о динамике природной обстановки.

Материалы и методы исследования

На территории Беларуси в соответствии с принятой стратиграфической схемой в составе плейстоценового отдела выделяется беловежский горизонт, который разделён на три подгоризонта: борковский, нижнинский, могилёвский. Наиболее часто скважинами и расчистками вскрываются отложения борковского подгоризонта, в составе которого выделены 8 региональных пыльцевых зон [Рылова, 1998; Рылова, Савченко, 2006; Стратиграфические схемы..., 2010] (табл. 1).

Для выполнения настоящей работы использованы данные о 6 местонахождениях беловежских отложений в пределах Могилёвской водноледниково-моренной равнины. К ним относятся как недавно изученные – скв. 21.2 у д. Шилов Угол Могилёвского района, скв. 2Р, 4Р у д. Черенки Чаусского района, так и уже известные разрезы: обнажения в овраге Нижинский Ров Шкловского района [Махнач, 1971; Еловичева, 1979; Величкевич, 1982; Кондратене, Санько, 1985; Горецкий и др., 1987 и др.], скв. 21Ф и 24Ф у г. Могилёв [Рылова и др., 2014], скв. 2-МГ у д. Голубовка Бельничского района (Т.Б. Рылова, 1997 г.), скв. 3 у д. Сидоровичи Могилёвского района (И.А. Григорович, 1963 г.) (рис. 1). Подробная палинологическая характеристика отложений, вскрытых скважинами 21.2 у д. Шилов Угол, а также 2Р и 4Р у д. Черенки, представлена в следующем разделе.

Все спорово-пыльцевые данные обработаны с помощью специализированного программного обеспечения *PolPal* [Walanus, Nalepka, 1999]. Вычисление процентного содержания пыльцы каждого таксона древесных, кустарниковых и травянистых наземных растений производилось от суммы AP + NAP (без водных), а таксонов водных растений и спор – от суммы AP + NAP + подсчитываемый таксон.

Хорошая сохранность пыльцы, полученной из древнеозёрных отложений, вскрытых скважиной 21.2 у д. Шилов Угол, позволила выполнить определения некоторых таксонов пыльцы и спор до вида. Определения осуществлялись с помощью атласов-определителей [Куприянова, 1965; Куприянова, Алешина, 1972; 1978; Бобров и др., 1983 и др.].

Для реконструкции климата использован метод совмещения климатических ареалов [Гричук, 1987; Величко и др., 2004 а,б; Борисова, 2010]. Климатические ареалы предоставлены сотрудниками отдела палеографии четвертичного периода Института географии РАН.

Результаты и обсуждение

Могилёвская водноледниково-моренная равнина занимает значительную площадь в восточной части территории Беларуси. В её пределах протекает р. Днепр и такие его притоки, как Друть,

Таблица 1. Схема палиностратиграфического расчленения отложений борковского подгоризонта беловежского горизонта плейстоцена Беларуси [Стратиграфические схемы..., 2010]

Table 1. Scheme of palynostratigraphic subdivision of the deposits of the Borkovian subhorizon of the Belovezhian horizon of the Pleistocene of Belarus [Stratigraphic schemes..., 2010]

Система	Отдел	Горизонт	Подгоризонт	Региональные пыльцевые зоны (R PAZ)	
Четвертичная	Плейстоцен	Березинский			
		Беловежский	Могилёвский		
			Нижнинский		
			Борковский	brk 8	<i>Pinus–Betula–Larix</i>
				brk 7	<i>Pinus–Picea–Betula</i>
				brk 6	<i>Pinus–Picea</i>
				brk 5	<i>Quercus–Picea</i>
				brk 4	<i>Quercus–Ulmus–Corylus</i>
				brk 3	<i>Quercus–Ulmus</i>
				brk 2	<i>Pinus–Betula</i>
		brk 1	<i>Betula–Larix–Picea</i>		
Наревский					



Рис. 1. Схема расположения разрезов, вскрывших отложения беловежского горизонта на территории Могилёвской равнины

Fig. 1. Location scheme of sections discovering the Belovezhian horizon deposits on the territory of the Mogilev Plain

Проня, Бася, Реста и др. В геоструктурном отношении территория приурочена к Оршанской впадине. Дочетвертичная поверхность имеет тенденцию к повышению абсолютных отметок в восточном направлении и сложена преимущественно мергельно-меловыми породами сенманского и туронского ярусов мела, местами более древними отложениями юрской и девонской систем. Четвертичная толща достигает мощности 140 метров. Главную роль в её строении играют моренные и флювиогляциальные отложения днепровской и сожской стадий припятского оледенения, причём последние чаще всего выходят на земную поверхность, формируя современный рельеф [Матвеев и др., 1988; Национальный атлас, 2002].

Согласно палеогеографическим реконструкциям А.В. Матвеева, в беловежское время территория современной Могилёвской равнины представляла собой пологоволнистую зандровую равнину. Денудационные равнины, сложенные дочетвертичными отложениями, имевшие широкое распространение ещё в брестское время, сохранились только на отдельных наиболее повышенных участках. На северо-востоке территории располагались моренные равнины и краевые ледниковые образования, возвышающиеся над зандровыми равнинами на 40–60 м [Матвеев, 1990; Национальный Атлас, 2002]. Близость конечно-моренных гряд и залегание вскрытых некоторыми скважинами беловеж-

ских отложений на флювиогляциальных образованиях наревского возраста может свидетельствовать о распространении на территории ледниковых озёр с различным типом котловин. Озёра также возникали в ледниковых ложбинах и карстовых полостях, расчленяющих посленаревскую поверхность равнины

Новые скважины, пробуренные в пределах Могилёвской равнины и вскрывающие древнеозёрные отложения, позволили детально реконструировать растительность и климат борковского интервала беловежского времени для территории востока Беларуси.

Скважина 21.2 у д. Шилов Угол

Скважина 21.2 пробурена в долине р. Полна, притока р. Днепр. Из керна скважины (глубина 17,70–34,15 м по каротажу) отобран 161 образец для спорово-пыльцевого анализа. Достаточное количество пыльцы и спор содержали 143 образца. Построена спорово-пыльцевая диаграмма (рис. 2) [Шидловская и др., 2022].

Большая часть изученных отложений накопилась в период межледниковья: количество пыльцы древесных пород доминирует почти по всему интервалу (гл. 17,75–33,75 м) и колеблется от 92,6 до 100%. Лишь в нижней части отложений (гл. 33,75–34,15 м) отмечено значительное содер-

жание пыльцы травянистых растений – до 35,8%, что свидетельствует об их образовании в завершающую фазу оледенения. На диаграмме выделено 11 локальных пыльцевых зон (L PAZ) Sh-1–Sh-11 (Sh – д. Шилов Угол).

Sh-1 L PAZ (гл. 34,0–34,15 м) характеризуется значительным количеством пыльцы трав (до 35,8%) в общем составе спектров. Она представлена преимущественно *Artemisia* (до 24,1%) и *Chenopodiaceae* (до 11,8%), присутствуют *Roaceae*, *Cyperaceae*, *Apiaceae*, *Asteraceae*. Из пыльцы прибрежно-водных растений отмечена *Typha latifolia* L. Споры представлены *Sphagnum* (до 14,9%) и единично *Polypodiaceae*.

Количество пыльцы древесных пород не более 64,6%. Присутствует пыльца *Betula* (древесных видов *Betula pendula* Roth, *B. pubescens* Ehrh. – до 15,9%, а кустарниковых *Betula nana* L., *B. humilis* Schrank – до 9,9%), *Pinus* (*Pinus sylvestris* L., единично *Pinus* subg. *Strobus* (*Haploxylon*), к которому относятся *Pinus* conf. *cembra* L. и *P. conf. strobus* L. [Gernardt et al., 2005]) – до 24,6%, *Picea* (*Picea abies* (L.) H. Karst., единично *P. sect. Omorica*) – до 15,6%, *Larix* sp. – до 9,9%.

Данная локальная пыльцевая зона может быть сопоставлена с региональной пыльцевой зоной (R PAZ) **nr-f-4 Betula–Picea–Larix–NAP**, соответствующей верхней части наревского горизонта плейстоцена Беларуси.

Sh-2 L PAZ (гл. 33,8–34,0 м) отличается от предыдущей зоны заметно большим содержанием пыльцы древесных пород (до 82%) в составе спектров. Преобладают пыльцевые зёрна *Betula* (*Betula pendula*, *B. pubescens*, единично *B. nana*, *B. humilis*) – до 44,1%, присутствуют *Pinus* (преимущественно *Pinus sylvestris*) – до 25,4%, *Picea* (в основном *Picea abies*) – до 9,2%, а также *Larix* sp. – до 5,7%.

Количество пыльцы трав сокращается до 18%. Преобладают *Artemisia* (до 11,1%) и *Chenopodiaceae* (до 5,7%), присутствует пыльца *Cyperaceae*, *Roaceae*, *Caryophyllaceae*, *Rubiaceae*, *Apiaceae*, *Asteraceae*. Отмечены *Typha latifolia* и *T. angustifolia* L. Споры немногочисленны и представлены *Sphagnum* и *Botrychium*.

Локальная зона Sh-2 соответствует региональной пыльцевой зоне **brk 1 Betula–Larix–Picea**, выделенной в отложениях борковского подгоризонта беловежского горизонта плейстоцена Беларуси.

Для **Sh-3 L PAZ** (гл. 33,4–33,8 м) свойственно абсолютное доминирование пыльцы древесных пород – до 97,2%. Преобладают пыльцевые зёрна *Pinus sylvestris* (до 42,9%), а также *Betula pendula* и *B. pubescens* (до 29,5%). Единично отмечены *Juniperus communis* L., *Picea abies*, *Larix* sp., *Salix* sp. Появляется пыльца термофильных пород: *Alnus* (*Alnus incana* (L.) Moench, *A. glutinosa* (L.)

Gaertn.) – до 11,4%, *Quercus* (главным образом, *Quercus robur* L.) – до 11,0%, *Ulmus* (как правило, *Ulmus minor* Mill., *U. suberosa* Moench) – до 6,9%, *Tilia cordata* Mill. – до 4,3%, единично *Corylus avellana* (L.) H. Karst.

Содержание пыльцы трав не превышает 6,3%, отмечены *Artemisia*, *Chenopodiaceae*, *Cyperaceae*, *Roaceae*, *Cichoriaceae*. Пыльца прибрежно-водных представлена *Typha latifolia* и *T. angustifolia*. Среди спор присутствуют *Sphagnum*, *Polypodiaceae*, *Pteridium*, *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott. Данная зона может быть сопоставлена с региональной пыльцевой зоной **brk 2 Pinus–Betula** борковского подгоризонта.

Зоны Sh-4 и Sh-5 L PAZ (гл. 26,7–33,4 м) также характеризуется преобладанием пыльцы древесных пород (до 98,2%). Возрастает количество и таксономическое разнообразие пыльцы термофильных пород. Содержание пыльцевых зёрен *Quercus* – до 30%, отмечены три вида: *Quercus robur*, *Q. petraea* (Matt.) Liebl., *Q. pubescens* Willd. Количество пыльцы *Ulmus* – до 17,8%, присутствуют такие виды, как *Ulmus laevis* Pall., *U. minor*, *U. glabra* Huds., *U. suberosa*. Пыльцы *Tilia* – до 6%, определены три вида: *Tilia cordata*, *T. platyphyllos* Scop., *T. tomentosa* Moench. Содержание *Alnus* (*Alnus incana*, *A. glutinosa*) достигает 22,7%. В небольшом количестве присутствует пыльца *Corylus* (*Corylus avellana*, изредка *C. colurna* L.) – до 7,5% в отдельных образцах, единично – *Acer* (три вида – *Acer campestre* L., *A. platanoides* L., *A. tataricum* L.) и *Fraxinus* (*Fraxinus excelsior* L.). Среди пыльцы кустарников отмечены пыльцевые зёрна *Salix* sp., *Adoxaceae*, а также *Ligustrum vulgare* L. Содержание *Betula* (*Betula pendula*, *B. pubescens*) в среднем составляет 7,6%. Пыльца хвойных представлена в основном *Pinus sylvestris* (до 48,5%), *Picea abies* (до 2,9%), а также *Larix* sp. и *Juniperus communis*, которые в незначительном числе отмечаются по всему разрезу.

Пыльца трав содержится в количестве до 7,4%. Преобладают *Artemisia*, *Chenopodiaceae* и *Cyperaceae*, присутствуют *Ericaceae*, *Caryophyllaceae*, *Rubiaceae*, *Apiaceae*, *Asteraceae*, *Polygonaceae*, *Fabaceae*, *Urticaceae*, *Plantaginaceae*, *Lamiaceae*. Пыльца прибрежно-водных растений по-прежнему представлена *Typha latifolia* и *T. angustifolia*, из водных отмечена *Alismataceae*. Споры немногочисленны, присутствуют *Polypodiaceae*, *Thelypteris palustris* Schott, *Dryopteris filix-mas*, *Sphagnum*, *Lycopodium*.

Sh-5 L PAZ отличается от Sh-4 L PAZ заметным увеличением количества пыльцы *Pinus sylvestris* (до 68,7%) и некоторым снижением доли термофильных пород.

На основании состава спектров Sh-4 и Sh-5 L PAZ сопоставлены с региональной пыльцевой зоной **brk 3 Quercus–Ulmus** борковского подго-

ризонта беловежского горизонта плейстоцена Беларуси.

Sh-6–Sh-9 L PAZ (гл. 23,6–26,70 м) отличаются заметным снижением содержания пыльцы *Pinus sylvestris* (до 32%) и возрастанием количества пыльцы термофильных пород. Так, содержание пыльцы *Quercus* (*Quercus robur*, *Q. petraea*, *Q. pubescens*) достигает максимума – 33%. Доля *Ulmus* (*Ulmus laevis*, *U. minor*, *U. glabra*, *U. suberosa*) – 23,7%, *Alnus* (*Alnus incana*, *A. glutinosa*) составляет до 20,9%. Количество пыльцы *Tilia* (*Tilia cordata*, *T. platyphyllos*, *T. tomentosa*), однако, не превышает 4,0%.

В спектрах достигает максимума содержание пыльцы *Corylus* (*Corylus avellana*, реже *C. colurna*), количество которой составляет до 29,1%. Единично отмечены *Acer* (*Acer campestre*, *A. platanoides*, *A. tataricum*), *Fraxinus excelsior*, *Carpinus* sp. Как и в предыдущих зонах, присутствуют пыльцевые зёрна *Picea abies*, *Larix* sp., *Juniperus communis*, *Salix* sp., *Adoxaceae*.

Среди пыльцы трав отмечены *Artemisia*, *Chenopodiaceae*, *Cyperaceae*, *Poaceae*, *Rubiaceae*, *Apiaceae*, *Asteraceae*, *Polygonaceae*, *Plantaginaceae*, *Fabaceae*, *Cichoriaceae*, *Lamiaceae*. Из водных присутствуют *Nymphaeaceae*, в том числе *Nymphaea alba* L., а также *Menyanthaceae*, *Alismataceae*. Споры представлены *Sphagnum*, *Polypodiaceae*, *Pteridium*, *Thelypteris palustris*.

Локальные пыльцевые зоны Sh-6–Sh-9 соответствуют региональной пыльцевой зоне **brk 4 *Quercus–Ulmus–Corylus***, выделенной в отложениях борковского подгоризонта беловежского горизонта плейстоцена Беларуси.

Sh-10 L PAZ (гл. 20,4–23,6 м) отличается постоянным и более значительным (до 13,5%) участием пыльцы *Picea abies* в составе спектров. Заметно увеличивается содержание пыльцевых зёрен *Pinus sylvestris* (до 64,6%). Присутствует пыльца *Abies alba* Mill., реже *Larix* sp. Остаётся существенным количество пыльцы термофильных пород, особенно *Quercus* (*Quercus robur*, *Q. petraea*, *Q. pubescens*) – до 24,5%. Содержание *Ulmus* (*Ulmus laevis*, *U. minor*, *U. glabra*, *U. suberosa*) снижается и не превышает 11,2%, *Corylus* (*Corylus avellana*, иногда *C. colurna*) – 6,5%, а *Tilia* (*Tilia cordata*, *T. platyphyllos*, *T. tomentosa*), напротив, несколько возрастает и достигает 10,9%. Количество пыльцы *Alnus* (*Alnus incana*, *A. glutinosa*) – до 18%. Отмечены единичные пыльцевые зёрна *Acer* (*Acer campestre*, *A. platanoides*, *A. tataricum*) и *Carpinus* sp.

Травянистые растения представлены пыльцой *Artemisia*, *Chenopodiaceae*, *Cyperaceae*, *Poaceae*, *Caryophyllaceae*, *Apiaceae*, *Asteraceae*. Из спор присутствуют *Sphagnum*, *Lycopodium*, *Polypodiaceae*, *Thelypteris palustris*.

Данная зона может быть сопоставлена с региональной пыльцевой зоной **brk 5 *Quercus–Picea***.

Sh-11 L PAZ (гл. 17,75–20,40 м) характеризуется почти полным исчезновением пыльцы термофильных пород из состава спектров. Доминируют пыльцевые зёрна *Pinus sylvestris*, количество которых достигает 94,6%. Максимальное содержание пыльцы *Picea abies* – 22%. Присутствуют единичные пыльцевые зёрна *Abies alba*, *Larix* sp., *Juniperus communis*.

Среди пыльцы трав присутствуют *Artemisia*, *Chenopodiaceae*, *Cyperaceae*, *Poaceae*, *Apiaceae*, *Asteraceae*, *Ranunculaceae*. Споры *Sphagnum* и *Polypodiaceae* отмечены в количестве до 5,6%, *Lycopodiaceae* – единично.

Sh-11 L PAZ сопоставляется с региональной пыльцевой зоной **brk 6 *Pinus–Picea***, выделенной в отложениях борковского подгоризонта беловежского горизонта.

Таким образом, полученные материалы свидетельствуют о том, что вскрытые скважиной 21.2 отложения относятся к верхней части наревского горизонта и к большей части борковского подгоризонта беловежского горизонта плейстоцена.

Скважины 2Р и 4Р у д. Черенки

Скважины 2Р и 4Р пробурены на площади Долгий Мох у д. Черенки Чаусского района Могилёвской области на правом берегу р. Реста, притока р. Проня.

Для спорово-пыльцевого анализа из керна скважины 2Р из слоя супеси грязно-серой гумусированной, местами слюистой (интервал 22,3–23,3 м), были отобраны 10 образцов, которые содержали достаточное количество пыльцы и спор. По результатам спорово-пыльцевого анализа построена диаграмма (рис. 3). Общий состав спорово-пыльцевых спектров указывает на то, что данные отложения накопились в период межледниковья: пыльца древесных растений доминирует на протяжении всего изученного интервала, ее количество колеблется от 88,9% до 99,7%. На диаграмме выделены 4 локальные пыльцевые зоны **Ch2R–1–Ch2R–4 (Ch – д. Черенки, 2R – номер скважины)**, которые могут быть сопоставлены с региональными пыльцевыми зонами борковского подгоризонта беловежского горизонта плейстоцена Беларуси.

Ch2R–1 LPAZ (гл. 23,2–23,3 м) – представлена одним образцом, характерно преобладание пыльцы древесных пород (95,5%): *Picea* (30,0%), *Pinus* (37,1%), *Larix* (17,1%), а также участие пыльцы *Betula* sect. *Albae* (11,3%). Среди пыльцы травянистых растений встречены *Artemisia*, *Chenopodiaceae*, *Asteraceae*, *Poaceae*. Среди спор отмечен *Sphagnum* (6,3%).

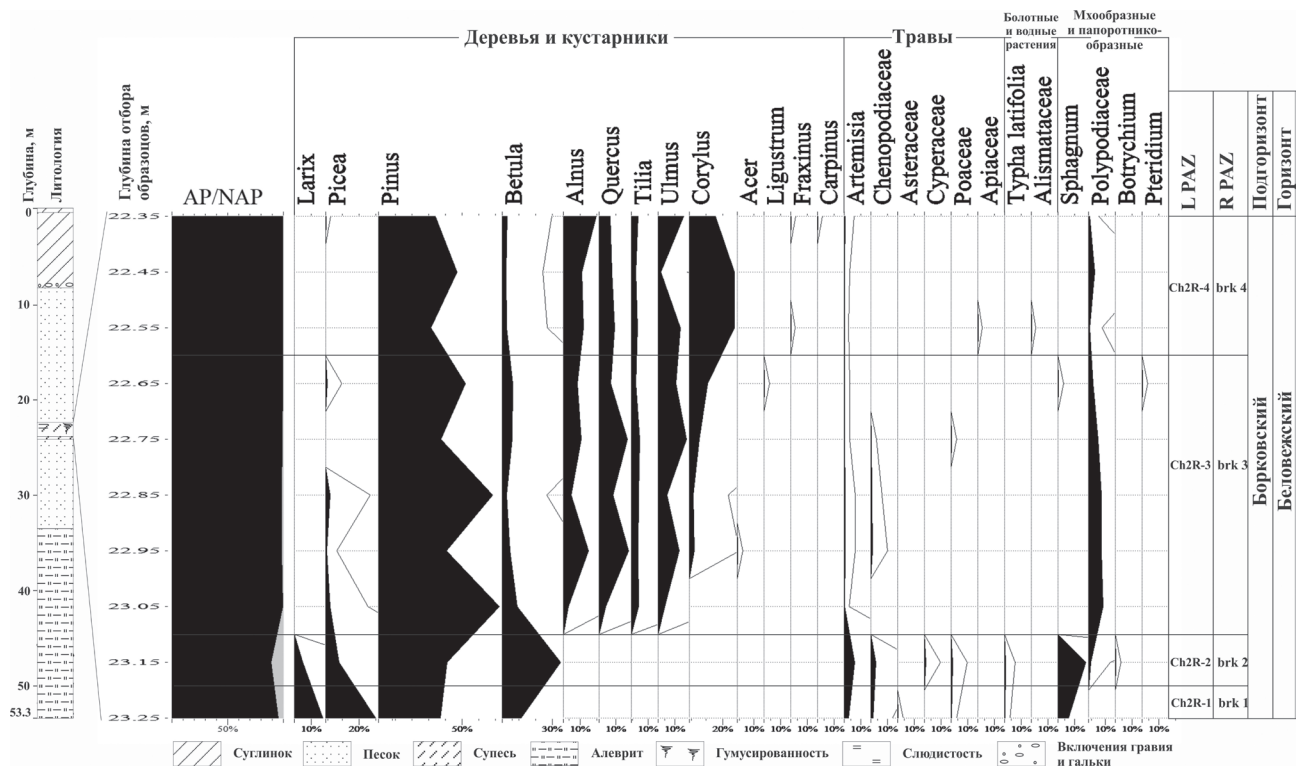


Рис. 3. Спорно-пыльцевая диаграмма межледниковых отложений, вскрытых скважиной 2Р у д. Черенки Чаусского района (анализ выполнен А.В. Шидловской)

Fig. 3. Spore-pollen diagram of ancient lacustrine deposits recovered by borehole 2R near the village of Cherenki, Chaussky district of Mogilev region (analyzed by A.V. Shidlovskaya)

Состав спектра пыльцевой зоны соответствует региональной пыльцевой зоне **brk 1** *Betula–Larix–Picea* борковского подгоризонта беловежского горизонта плейстоцена Беларуси.

Ch2R–2 LPAZ (гл. 23,1–23,2 м) – характеризуется преобладанием пыльцы *Pinus* (41,0%) и *Betula* sect. *Albae* (34,9%). Количество пыльцевых зёрен *Picea* снижается до 8,1%, а *Larix* – до 4,9%. Среди пыльцы травянистых растений преобладает пыльца *Artemisia* (6,2%), встречаются *Chenopodiaceae*, *Cyperaceae*, *Poaceae*. Среди спор наибольшую роль играет *Sphagnum* (16,6%), присутствуют *Polypodiaceae*, единично *Botrychium*.

Данная локальная зона соответствует региональной спорно-пыльцевой зоне **brk 2** *Pinus–Betula* борковского подгоризонта беловежского горизонта.

Ch2R–3 LPAZ (гл. 22,6–23,1 м) – отличается появлением значительного количества пыльцы широколиственных пород: *Quercus* (до 17,6%), *Ulmus* (до 17,0%), *Corylus* (до 11,1%), *Tilia* (до 4,9%) при общем доминировании пыльцы *Pinus* (от 72,5% в нижней части интервала до 37,5% в верхней). Присутствует пыльца *Picea* (до 2,7%), *Betula* sect. *Albae* (до 8,9%), *Alnus* (до 15,0%), встречены

пыльцевые зёрна *Acer*, *Ligustrum*. Содержание пыльцы травянистых растений незначительно (до 1,7%), споры представлены только *Polypodiaceae* (до 8,7%).

Локальная зона **Ch2R–3** отвечает региональной пыльцевой зоне **brk 3** *Quercus–Ulmus* борковского подгоризонта беловежского горизонта.

Ch2R–4 LPAZ (гл. 22,4–23,6 м) – характеризуется заметным возрастанием количества пыльцы *Corylus* (до 27,0%) и по-прежнему высоким содержанием пыльцы других термофильных пород: *Quercus* (до 9,4%), *Ulmus* (до 15,4%), *Tilia* (до 4,2%). Единично представлена пыльца *Fraxinus* и *Carpinus*. Процентное содержание пыльцы *Pinus* несколько снижается (от 47,1 до 33,8%), отмечены единичные пыльцевые зёрна *Picea*. Количество пыльцы *Alnus* возрастает до 19,6%, а пыльцы *Betula* sect. *Albae* уменьшается до 2,4–3,0%. Участие пыльцевых зёрен трав незначительно, единично встречены *Artemisia*, *Apiaceae*, *Alismataceae*, а из спор – *Polypodiaceae* (до 3,7%).

Данная локальная зона соответствует региональной пыльцевой зоне **brk 4** *Quercus–Ulmus–Corylus* борковского подгоризонта беловежского горизонта.

Древнеозёрные отложения, вскрытые скважиной 2Р у д. Черенки, относятся к нижней части борковского горизонта беловежского горизонта плейстоцена Беларуси.

Из керна **скважины 4Р** были отобраны образцы для палинологических исследований в интервале глубин 29,2–35,3 м. Пыльца и споры хорошей сохранности и в большом количестве присутствовали в отложениях, представленных супесью тонкой, серой, однородной, карбонатной (гл. 32,5–35,3 м). Диаграмма, построенная по результатам спорово-пыльцевой анализа, представлена на рис. 4.

Общий состав спектров характеризуется абсолютным доминированием пыльцы древесных пород (93,6–100%), тогда как пыльца травянистых растений и споры представлены в незначительном количестве. На диаграмме выделены 4 локальные пыльцевые зоны **Ch4R-1–Ch4R-4** (**Ch** – д. Черенки, **4R** – номер скважины), которые относятся к региональным пыльцевым зонам борковского подгоризонта беловежского горизонта плейстоцена Беларуси.

Ch4R-1 L PAZ (гл. 35,0–35,2 м) – характеризуется преобладанием пыльцы хвойных пород: доминирует *Pinus* – до 88,0%, присутствуют *Larix* и *Picea* – до 2,7%. Пыльца лиственных деревьев представлена *Betula* sect. *Albae* – до 39,9%. Из пыльцы травянистых растений встречаются пыльцевые зёрна *Artemisia* и *Chenopodiaceae*, количество которых незначительно. Среди спор чаще всего встречаются представители *Polypodiaceae* – до 4,2%.

Данная локальная пыльцевая зона соответствует региональной пыльцевой зоне **brk 1 *Betula–Larix–Picea*** борковского подгоризонта беловежского горизонта плейстоцена Беларуси.

Для **Ch4R-2 L PAZ** (гл. 34,4–35,0 м) также свойственно значительное участие пыльцы *Pinus* – до 75,4% и *Betula* – до 29,3%. Содержание пыльцевых зёрен *Larix* и *Picea* – не более 1,2%. В небольшом количестве отмечена пыльца термофильных пород: *Quercus* (до 2,3%), *Ulmus* (до 1,7%), *Tilia*, *Fraxinus* и *Corylus*. Пыльцы *Alnus* – до 1,9%. Пыльцы травянистых растений – до 6,4%, присутствуют *Artemisia*, *Chenopodiaceae*, *Cyperaceae*, *Asteraceae*,

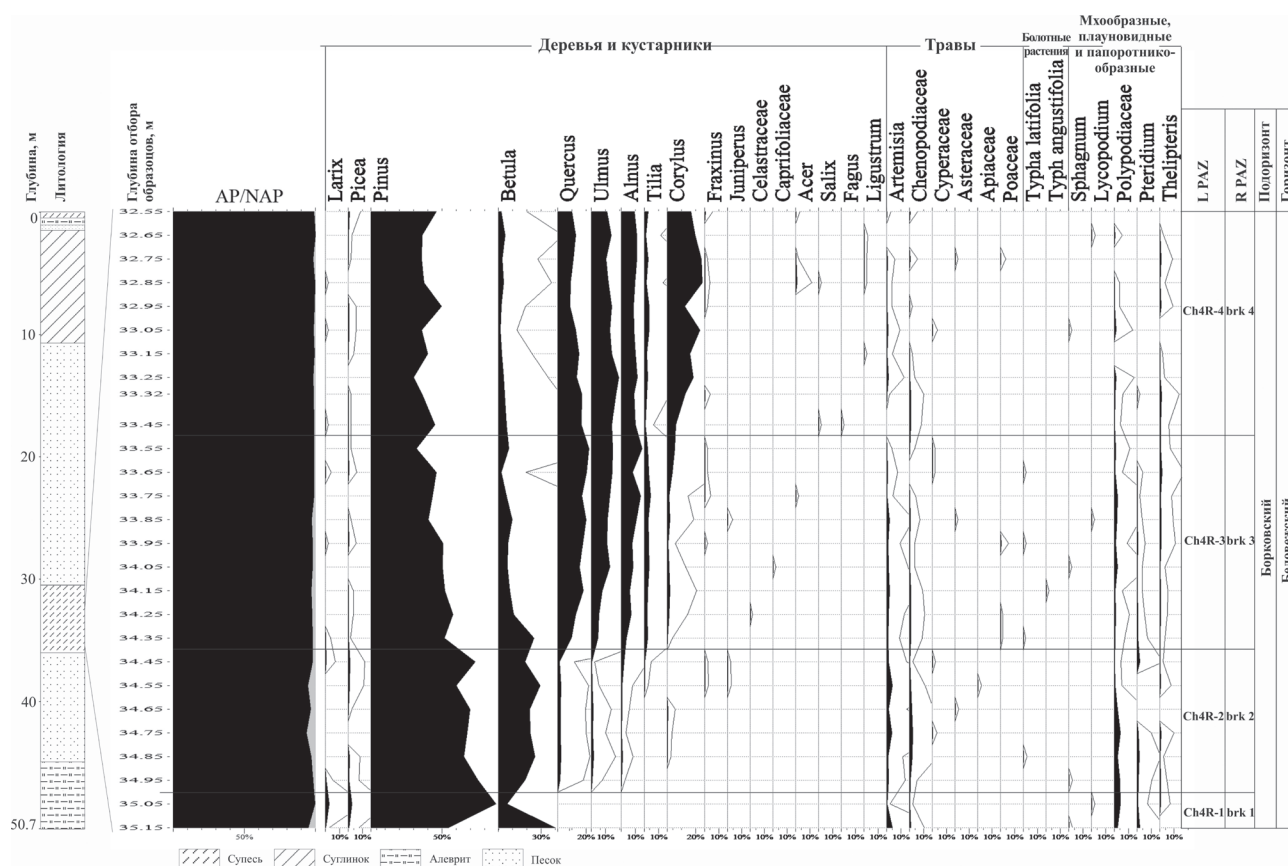


Рис. 4. Спорово-пыльцевая диаграмма межледниковых отложений, вскрытых скважиной 4Р у д. Черенки Чаусского района (анализ выполнен А.В. Шидловской)

Fig. 4. Spore-pollen diagram of interglacial deposits recovered by borehole 4R near the village of Cherenki, Chaussky district of Mogilev region (analyzed by A.V. Shidlovskaya)

Apiaceae. Единично встречена пыльца *Typha latifolia* L. Количество спор невелико, преобладают споры Polypodiaceae – до 4,5%, как и в предыдущей зоне.

Данная локальная пыльцевая зона отвечает региональной пыльцевой зоне **brk 2 Pinus–Betula** борковского подгоризонта беловежского горизонта.

Ch4R–3 LPAZ (гл. 33,5–34,4 м) характеризуется некоторым снижением участия *Pinus* (от 57,7 до 32,0%) по сравнению с предыдущей зоной. Количество пыльцы *Betula* резко сокращается с 25,1% в нижней части зоны до 1,9% – в верхней. Единично отмечена пыльца таких хвойных пород, как *Larix*, *Picea*, *Juniperus*. Количество пыльцы термофильных пород существенно возрастает: *Quercus* – до 22,0%, *Ulmus* – до 14,9%, *Tilia* – до 4,2%, *Corylus* – до 5,2%, отмечены *Fraxinus*, *Acer*, Celastraceae, Caprifoliaceae. Количество пыльцы *Alnus* увеличивается до 14,7%. Среди пыльцы травянистых растений присутствуют *Artemisia*, Chenopodiaceae, Asteraceae, Poaceae, встречены *Typha latifolia* и *T. angustifolia*. Среди спор наибольшее участие принимают представители Polypodiaceae – до 2,4%.

Локальная пыльцевая зона Ch4R–3 LPAZ соответствует региональной пыльцевой зоне **brk 3 Quercus–Ulmus** борковского подгоризонта, которая отвечает началу климатического оптимума.

Ch4R–4 LPAZ (гл. 32,5–33,5 м) отличается дальнейшим снижением содержания пыльцы *Pinus* до 30,0% и *Betula* до 1,3% и возрастанием роли пыльцы термофильных пород, прежде всего *Corylus* – до 24,6%. Пыльцы *Quercus* – до 16,9%, *Ulmus* – до 19,5%, *Tilia* – до 3,2%, единично отмечены *Acer* (1,1%), *Fraxinus*, *Fagus*, *Ligustrum*. Пыльцы *Alnus* – до 11,4%. Пыльца травянистых растений представлена *Artemisia*, Chenopodiaceae, Cyperaceae, Asteraceae, Poaceae, встречены *Typha latifolia*, *T. angustifolia*. Среди спор, количество которых по-прежнему несущественно, отмечен *Thelypteris palustris* (до 1,4%).

Локальная пыльцевая зона Ch4R–4 LPAZ соответствует региональной пыльцевой зоне **brk 4 Quercus–Ulmus–Corylus** борковского подгоризонта.

Материалы палинологических исследований позволяют сделать вывод о том, что формирование изученных древнеозёрных отложений разрезов скважин 2Р и 4Р у д. Черенки Чаусского района Могилёвской области происходило в начальные фазы и в первую половину климатического оптимума борковского интервала беловежского межледниковья плейстоцена Беларуси.

Результаты палинологического анализа отложений скважин 21.2, 2Р и 4Р, а также ранее изученных скважин позволили восстановить последовательную смену фаз развития растительности всего бор-

ковского интервала беловежского времени от конца наревского оледенения до начала нижнинского холодного интервала на территории исследований. Выполнены соответствующие палеоклиматические реконструкции.

Фаза nr-f-4 *Betula–Picea–Larix–NAP*

В заключительную фазу наревского оледенения обширные площади занимали открытые безлесные участки. Доминировали полыни и маревые, произрастали злаковые, зонтичные, астровые и др. По берегам палеоводоёмов селились осоковые и рогозовые. Увлажнённые места занимали сфагновые мхи, кустарниковые виды берёз (берёзы карликовая и приземистая). Произрастание одновременно степных (полыни, маревые) и тундровых (карликовая берёза) видов указывает на существование растительных сообществ близких к тундростепным ландшафтам, характерных для холодных интервалов плейстоцена [Blinnikov et al., 2011 и др.].

Открытые пространства чередовались с лесами и редколесьями, проникающими на территорию преимущественно вдоль речных долин, формируя лесотундровые ландшафты. Произрастали берёзово-елово-лиственничные леса с участием сосны. Присутствовали такие виды хвойных, как ель европейская, реже ель сербская, сосна обыкновенная, изредка сосна веймутова и сосна кедровая. Берёза в таких биотопах была представлена древесными видами (берёзы пушистая и бородавчатая).

Диапазон палеотемператур, полученных для данной фазы, показан на рис. 5. Так, температуры самого холодного месяца, января (T_1) находились в диапазоне от $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $-16.5\text{ }^{\circ}\text{C}$, средняя температура составляла приблизительно $-8.75\text{ }^{\circ}\text{C}$. Температуры самого тёплого месяца – июля (T_{VII}) находились в пределах $+11.5...+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ (средняя $+15.75\text{ }^{\circ}\text{C}$). Однако следует отметить, что основой для климатических реконструкций является состав дендрофлоры. Поскольку значительную часть территории в рассматриваемый период занимали открытые пространства, заселённые травянистой растительностью, можно предполагать, что температуры могли находиться в более холодной части данного диапазона.

Фаза brk 1 *Betula–Larix–Picea*

Рассматриваемая фаза отражает смену характера растительности: сокращается роль открытых пространств, территорию осваивают смешанные хвойно-мелколиственные леса [Рылова, Савченко, 2006; Рылова и др., 2014 и др.]. Главными лесобразующими породами были берёза (в основном древесные виды – берёза пушистая и бородав-

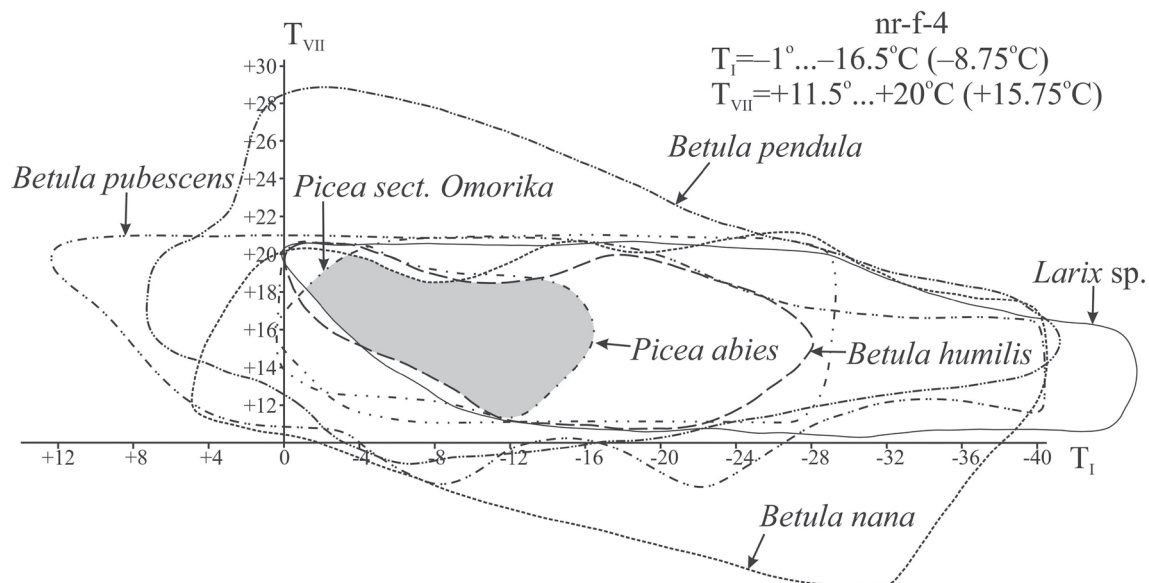


Рис. 5. Реконструкция палеотемпературных показателей для фазы nr-f-4 *Betula–Picea–Larix–NAP* наревского оледенения

Fig. 5. Reconstruction of paleotemperature parameters for the nr-f-4 *Betula–Picea–Larix–NAP* phase of the Narevian glaciation

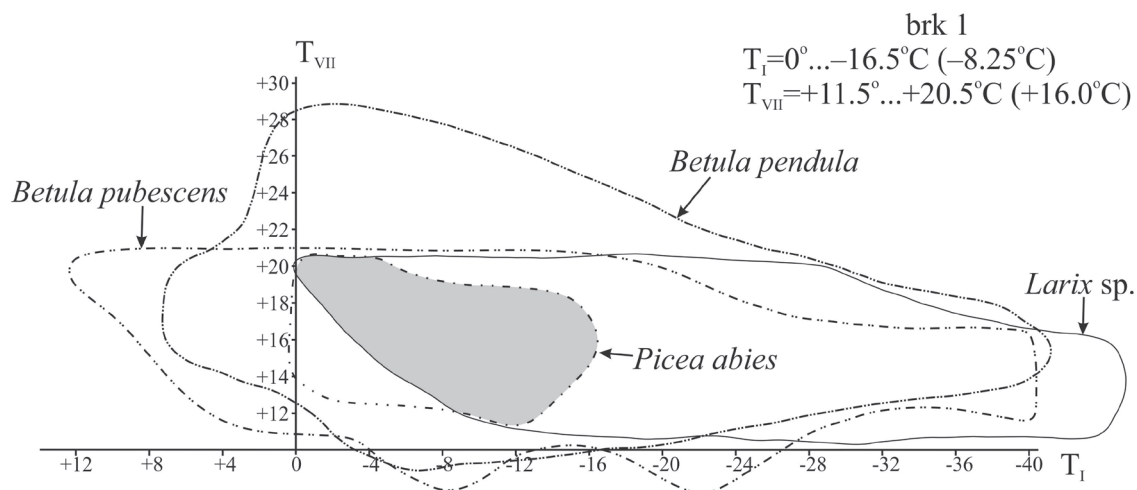


Рис. 6. Реконструкция палеотемпературных показателей для фазы brk 1 *Betula–Larix–Picea* борковского интервала беловежского времени

Fig. 6. Reconstruction of paleotemperature parameters for the brk 1 *Betula–Larix–Picea* phase of the Borkovian interval of the Belovezhian time

чатая), ель (преимущественно ель европейская), лиственница, а также сосна (главным образом, сосна обыкновенная). Произрастали можжевельник обыкновенный, ива.

В составе травяного покрова по-прежнему преобладали полыни и маревые, произрастали злаковые, гвоздичные, мареновые, зонтичные, астровые, лютиковые и др. По берегам палеоводоёмов росли осоковые, рогозовые, а также зелёные и сфагновые

мхи, орляк, гроздовник. Сами водоёмы населяли частуховые, кувшинковые и др.

Для данной зоны получен диапазон температур, представленный на рис. 6.

Фаза brk 2 *Pinus–Betula*

Данная фаза характеризовалась развитием берёзово-сосновых лесов с постепенно возраста-

ющим участием термофильных пород. Лесообразующими породами являлись сосна обыкновенная, берёза пушистая и бородавчатая. Изредка произрастали ель европейская, можжевельник обыкновенный, лиственница. Широколиственные породы были представлены вязом (вяз малый, пробковый), дубом черешчатым, липой сердцевидной. По пониженным и увлажнённым местам селились ольха чёрная и серая, ива.

Среди травянистых растений присутствовали полыни, маревые, злаковые, цикориевые, лютиковые, гвоздичные, зонтичные, розоцветные и др. В прибрежной части палеоводоёма произрастали рогозовые и осоковые, а также сфагновые мхи. В нижних ярусах лесов селились плауны, папоротники (в том числе орляк, щитовник мужской).

Палеотемпературы, реконструированные для данной зоны, представлены на рис. 7.

Фаза brk 3 *Quercus–Ulmus*

Мелколиственно-хвойные леса в данной фазе сменились хвойно-широколиственными и широколиственными, преимущественно липово-вязово-дубовыми лесными формациями. Среди термофильных пород доминировали дуб (дуб черешчатый, скальный, пушистый) и вяз (вяз малый, гладкий, шершавый, пробковый). Произрастали липа (липа сердцевидная, крупнолистная, серебристая), клён (клён платановидный, полевой, татарский), лещина обыкновенная, ясень высокий, изредка граб обыкновенный, кустарники семейства адоксовые, ива. Участие берёзы в составе лесов заметно сократилось. Увлажненные участки зани-

мала ольха (ольха серая, чёрная). Среди хвойных пород преобладала сосна обыкновенная, изредка присутствовали ель европейская, можжевельник обыкновенный, лиственница.

Луговая растительность представлена травами семейств астровые (преимущественно, полынь), маревые, злаковые, зонтичные, гвоздичные, подорожниковые, яснотковые и др. Берега палеоводоёма населяли рогозовые, осоковые, в водной части произрастали уруть, кувшинковые, частуховые. На увлажнённых участках селились зелёные и сфагновые мхи. Произрастали плауны, а также папоротники, среди которых присутствовали орляк, пузырник, щитовник (щитовник мужской, болотный).

Диапазон палеотемператур, полученный для данной фазы, показан на рис. 8.

Фаза brk 4 *Quercus–Ulmus–Corylus*

В рассматриваемой фазе в составе лесов заметную роль стала играть лещина, которая селилась не только в подлеске, но, вероятно, являлась важной частью древостоя. Произрастали дубово-вязовые и дубово-вязово-лещиновые леса, реже могли существовать лещиновые моноценозы. Берёза (берёза пушистая, бородавчатая) и сосна (сосна обыкновенная) участвовали в формировании лесов, однако занимали подчинённое положение в сравнении с термофильными породами. Важнейшими эдификаторами лесных ассоциаций являлись лещина (лещина обыкновенная, древовидная), дуб (дуб черешчатый, скальный, пушистый), вяз (вяз малый, гладкий, шершавый, пробковый), липа (липа сердцевидная, крупнолистная, серебристая), ольха

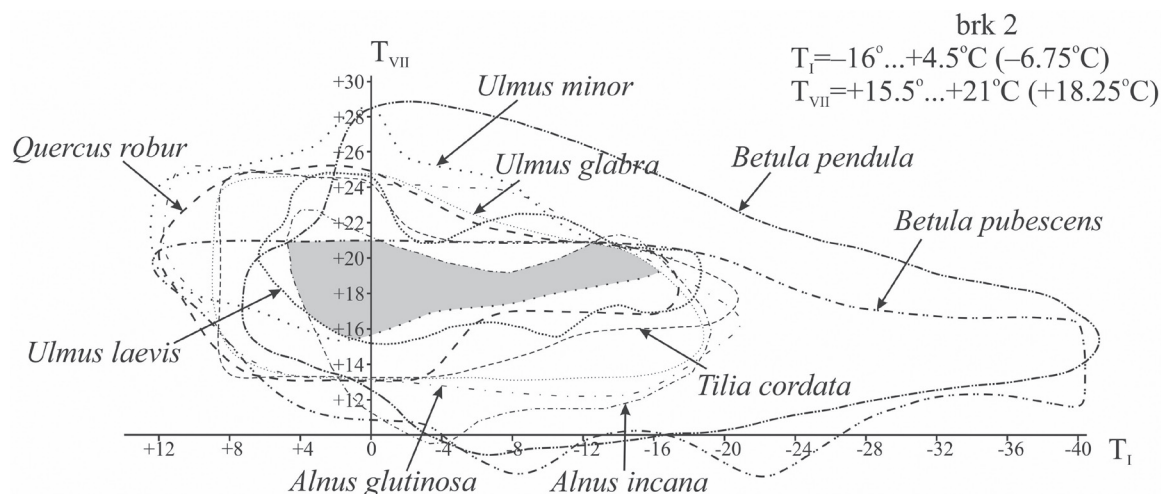


Рис. 7. Реконструкция палеотемпературных показателей для фазы brk 2 *Pinus–Betula* борковского интервала беловежского времени

Fig. 7. Reconstruction of paleotemperature parameters for the brk 2 *Pinus–Betula* phase of the Borkovian interval of the Belovezhian time

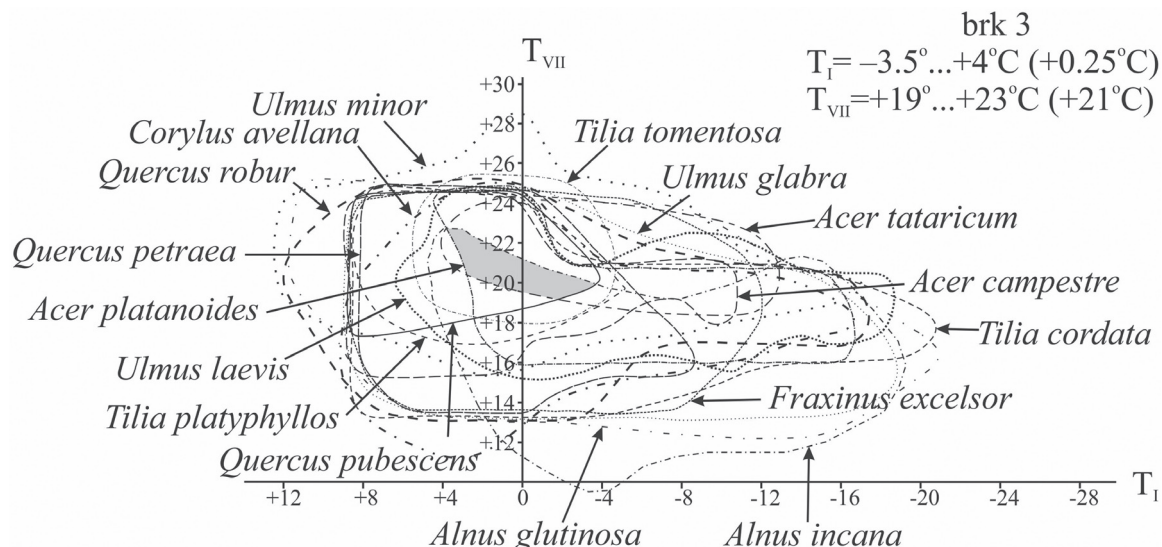


Рис. 8. Реконструкция палеотемпературных показателей для фазы brk 3 *Quercus*–*Ulmus* борковского интервала беловежского времени

Fig. 8. Reconstruction of paleotemperature parameters for the brk 3 *Quercus*–*Ulmus* phase of the Borkovian interval of the Belovezhian time

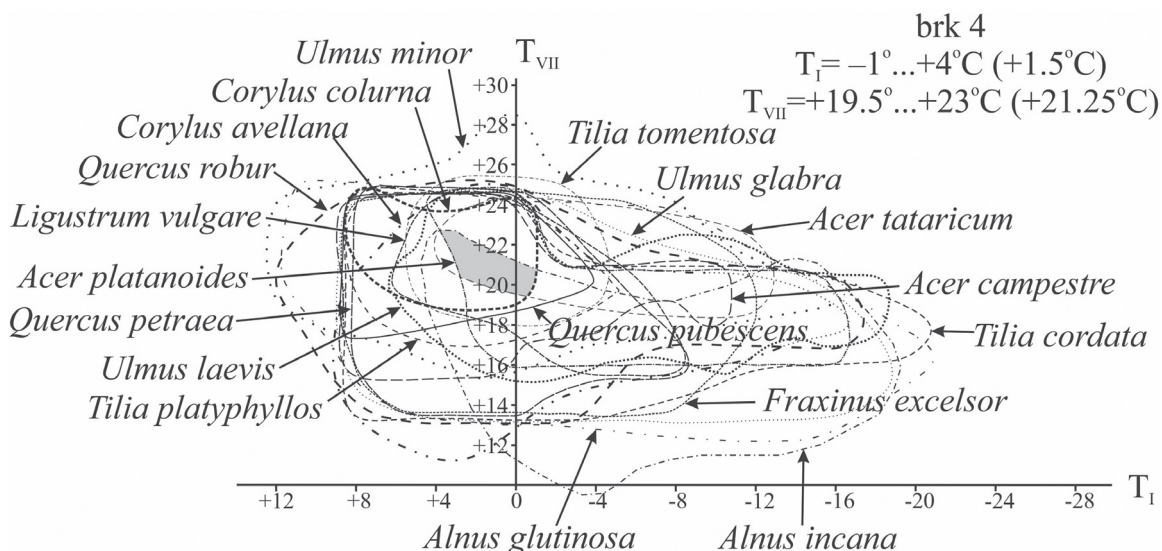


Рис. 9. Реконструкция палеотемпературных показателей для фазы brk 4 *Quercus*–*Ulmus*–*Corylus* борковского интервала беловежского времени

Fig. 9. Reconstruction of paleotemperature parameters for the brk 4 *Quercus*–*Ulmus*–*Corylus* phase of the Borkovian interval of the Belovezhian time

(ольха серая, чёрная), клён (клён платановидный, полевой, татарский), ясень высокий. Изредка произрастали граб обыкновенный, ель европейская. В подлеске росли бирючина (бирючина обыкновенная), реже кустарники семейств бересклетовые и адоксовые, можжевельник обыкновенный.

Произрастали травы семейств астровые (полынь), маревые, злаковые, зонтичные, цикориевые, гречишные, подорожниковые, яснотковые и др. Палеоводоём населяли уруть, кубышка, кувшинка бе-

лая, по берегам росли розговые, осоковые, вахта. Напочвенный покров в лесах слагали в основном папоротники (в том числе орляк и щитовник болотный). Произрастали зелёные и сфагновые мхи, плауны.

Диапазон температур, полученный в результате реконструкции для данной фазы, приведен на рис. 9. Необходимо отметить, что указанные температуры являются самыми высокими для всего изученного интервала.

Фаза brk 5 *Quercus–Picea*

В данной фазе более существенную роль стали играть хвойные породы. На территории исследований произрастали как широколиственные, так и смешанные леса, где главными лесообразующими породами выступали дуб, липа, ель и сосна. Наибольшее значение имели дуб (дуб черешчатый, скальный, пушистый) и липа (липа сердцевидная, крупнолистная, серебристая), присутствовали вяз (вяз малый, гладкий, шершавый, пробковый), ольха (ольха серая, чёрная), клён (клён платановидный, полевой, татарский), сосна обыкновенная, ель европейская. Небольшую примесь образовывали берёза (берёза пушистая, бородавчатая), лещина обыкновенная, изредка – граб обыкновенный. В подлеске произрастали крушина ломкая, бирючина обыкновенная, ива.

Среди травянистых растений произрастали полынь и другие астровые, маревые, злаковые, гвоздичные, зонтичные и др. Водоёмы и их окрестности населяли кувшинковые, рогозовые, уруть. В почвенном покрове лесов селились папоротники, в том числе щитовник болотный, а также сфагновые мхи и плауны.

Для данной фазы получен диапазон палеотемператур, представленный на рис. 10.

Фаза brk 6 *Pinus–Picea*

В данной фазе роль термофильных пород заметно сократилась, получили распространение хвойные сосново-еловые и елово-сосновые леса

с примесью берёзы. Лесообразующими породами выступали сосна обыкновенная и ель европейская. Произрастали берёза пушистая и бородавчатая, реже ольха, можжевельник обыкновенный, ива. Спорадически могли присутствовать пихта и лиственница.

В состав травянистой растительности входили астровые маревые, вересковые, злаковые, зонтичные, лютиковые, гречишные, гвоздичные, яснотковые, розоцветные и др. Палеоводоёмы населяли кувшинковые, вахтовые, частуховые, рдестовые и др. На прибрежных участках произрастали осоковые, рогозовые, зелёные, гипновые и сфагновые мхи, плауны, папоротники.

Диапазон температур, полученный в результате реконструкции для данной фазы, приведен на рис. 11.

Фаза brk 7 *Pinus–Picea–Betula*

В рассматриваемой фазе на территории исследований в составе лесов более заметную роль стала играть берёза. Произрастали сосново-берёзовые, берёзово-сосновые, елово-сосновые и сосново-еловые леса с участием берёзы. Доминировали такие виды, как сосна обыкновенная, ель европейская, берёза пушистая, бородавчатая. В подлеске росли крушина ломкая, можжевельник обыкновенный, ива.

Луговая растительность была представлена полынью, злаковыми, маревыми, зонтичными, маревыми, лютиковыми, астровыми, гвоздичными, гречишными, розоцветными и др.

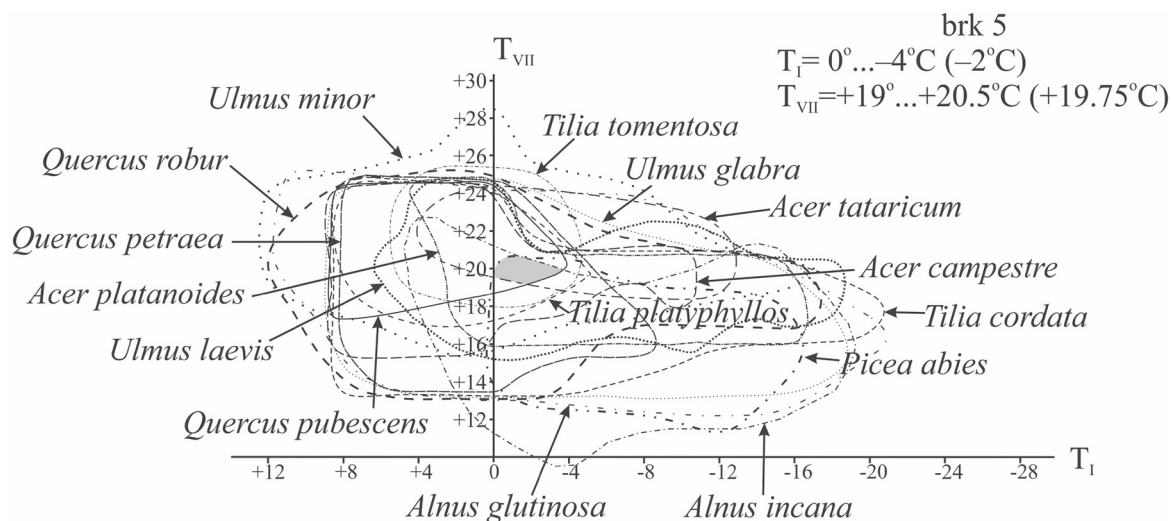


Рис. 10. Реконструкция палеотемпературных показателей для фазы brk 5 *Quercus–Picea* борковского интервала беловежского времени

Fig. 10. Reconstruction of paleotemperature parameters for the brk 5 *Quercus–Picea* phase of the Borkovian interval of the Belovezhian time

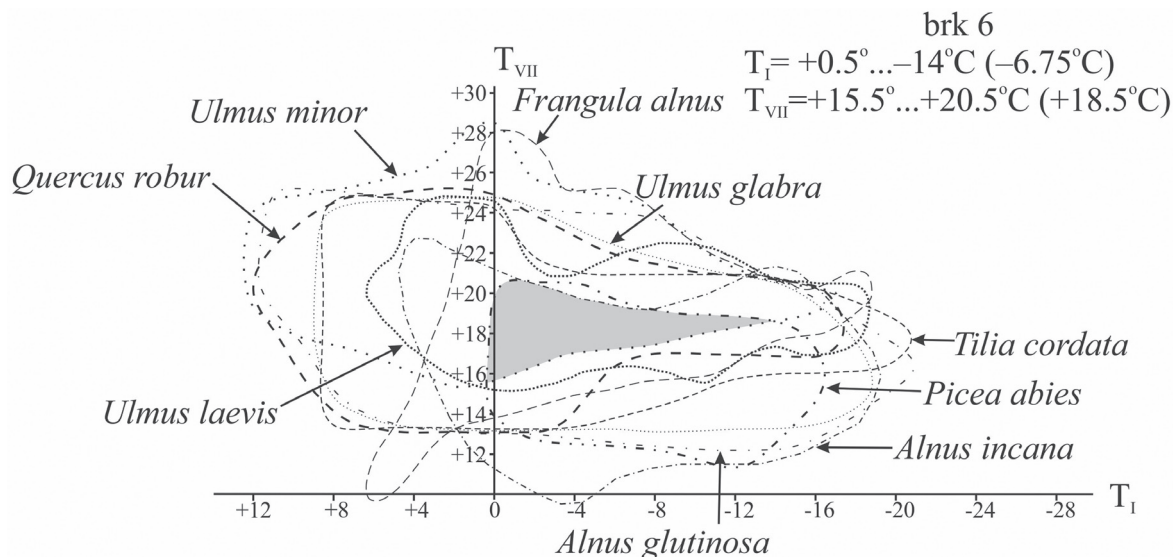


Рис. 11. Реконструкция палеотемпературных показателей для фазы brk 6 *Pinus-Picea* борковского интервала беловежского времени

Fig. 11. Reconstruction of paleotemperature parameters for the brk 6 *Pinus-Picea* phase of the Borkovian interval of the Belovezhian time

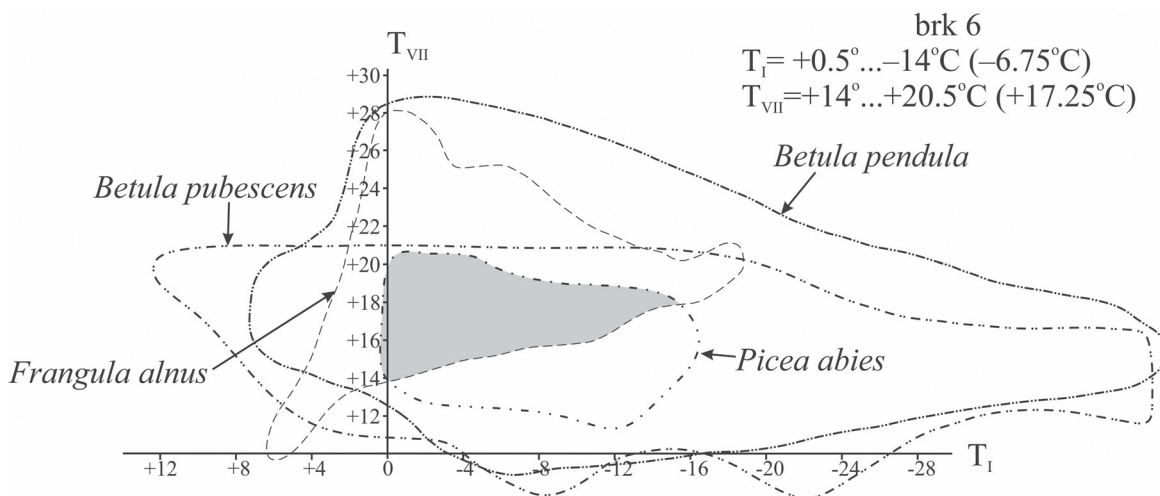


Рис. 12. Реконструкция палеотемпературных показателей для фазы brk 7 *Pinus-Picea-Betula* борковского интервала беловежского времени

Fig. 12. Reconstruction of paleotemperature parameters for the brk 7 *Pinus-Picea-Betula* phase of the Borkovian interval of the Belovezhian time

В палеоводоёмах произрастали частуховые, уруть, по берегам – травы семейства осоковые. На увлажнённых местах селились зелёные и сфагновые мхи. В нижнем ярусе леса произрастали плауны (плаун булавовидный, сплюснутый), папоротники, среди которых отмечены орляк и гроздовник.

Диапазон температур, полученный в результате реконструкции для данной фазы, приведен на рис. 12.

Фаза brk 8 *Pinus-Betula-Larix*

В данной фазе на территории исследований произрастали берёзово-сосновые, елово-сосновые и сосново-берёзовые леса, в которые стала проникать лиственница. Преобладали сосна обыкновенная, ель европейская, берёза бородавчатая и пушистая. В подлеске селились крушина ломкая, можжевельник обыкновенный и др.

Травянистый покров на постепенно расширяющихся открытых пространствах формировали полынь, маревые, зонтичные, злаковые, лютиковые, яснотковые, гречишные, розоцветные, астровые, гвоздичные и др.

В пределах палеоводоёмов произрастали чистуховые, кубышка, рдест, уруть, роголистник, по берегам – осоковые, рогозовые (рогоз широколистный, узколистный), в приземном ярусе лесов селились сфагновые и зелёные мхи, плауны, папоротники (в том числе орляк и гроздовник). Уже в то время на открытых и заболоченных участках могли произрастать кустарниковые виды берёз.

Диапазон температур, полученный в результате реконструкции для данной фазы, приведен на рис. 13.

nz 1 NAP–*Betula*–*Larix*

Данная фаза отвечает началу нижнинского холодного интервала [Стратиграфические схемы..., 2010] беловежского времени плейстоцена Беларуси. В это время обширные территории вновь заняли открытые пространства типа тундростепи, чередующиеся с хвойно-мелколиственными редколесьями. В травостое доминировали полыни, маревые, злаковые, осоковые, зонтичные. На заболоченных местах селились сфагновые и зелёные мхи. Вместе с ними произрастали также кустарнички семейства вересковые, берёзы карликовая и приземистая, предпочитающие кислые и влажные почвы сфагновых болот.

Группировки древесной растительности тяготели к долинам рек. Как правило, это были сосново-берёзовые и берёзово-сосновые леса со значительным участием лиственницы и ели. Берёза в данных сообществах была представлена древесными видами, такими как берёза пушистая и бородавчатая. Среди хвойных доминировала сосна обыкновенная. Произрастала ива, а также такие кустарники, как можжевельник обыкновенный, крушина, бузина.

Получен такой же диапазон палеотемператур, как и для заключительной фазы наревского оледенения (рис. 5).

Таким образом, реконструкция растительности и климата на основании палинологических данных по разрезам, расположенным в пределах Могилёвской равнины, позволила проследить сукцессию растительных сообществ, а также динамику климата на протяжении завершающей фазы наревского оледенения, начальных фаз, климатического оптимума и одной заключительной фазы борковского интервала беловежского времени плейстоцена Беларуси, а также начала нижнинского холодного интервала на территории исследований. Обобщённые результаты реконструкций приведены на рис. 15, где они даны в сравнении с современными температурами на территории исследований [Географический..., 2014].

Результаты палеоклиматических реконструкций показали, что в самой теплой фазе борковского интервала беловежского времени средние зимние температуры достигали примерно 1.5 °C, а летние –

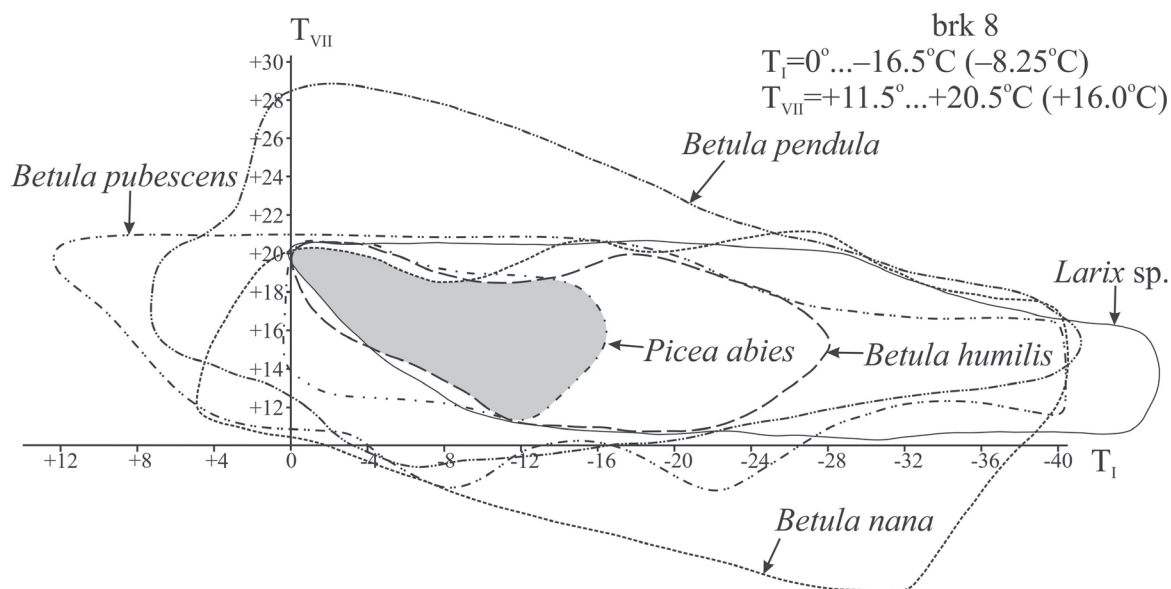


Рис. 13. Реконструкция палеотемпературных показателей для фазы brk 8 *Pinus*–*Betula*–*Larix* борковского интервала беловежского времени

Fig. 13. Reconstruction of paleotemperature parameters for the brk 8 *Pinus*–*Betula*–*Larix* phase of the Borkovian interval of the Belovezhian time

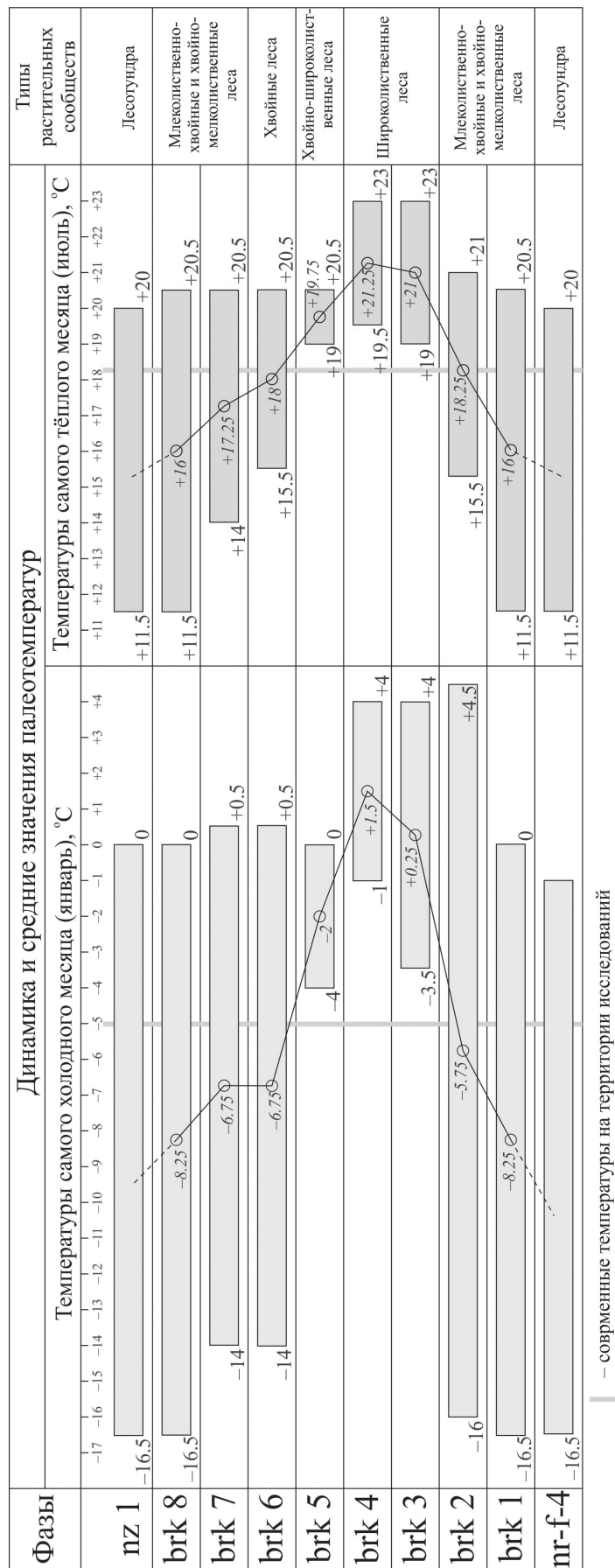


Рис. 14. Реконструкция динамики палеотемпературных показателей и растительных сообществ на протяжении борковского теплого интервала беловежского времени на территории Могилёвской водноледниково-моренной равнины
Fig. 14. Reconstruction of the dynamics of paleotemperature indicators and plant communities during the Borkovian warm interval of the Belovezhian time on the territory of the Mogilev glacial-morainic plain

+21.25 °С. В соответствии с данными 2014 года [Географический..., 2014] современные средние январские температуры в районе Могилёвской равнины составляют около –5 °С, то есть на 6.5 °С ниже полученных. Разница средних июльских температур была, вероятно, не такой значительной: современные значения составляют +18.25 °С, то есть на 3 °С ниже. Наиболее близки современные значения температур, согласно полученному графику, к промежутку между фазами brk 5 (хвойно-широколиственные леса) и brk 6 (хвойные леса). Это согласуется с современными данными о растительности на территории Могилёвской равнины: она, в соответствии с геоботаническим районированием [Юркевич и др., 1979], относится к подзоне дубово-темнохвойных лесов.

Заключение

По результатам палинологических исследований дано обоснование стратиграфического положения древнеозёрных отложений, вскрытых скважинами 21.2, 2Р и 4Р, пробуренных в последние годы на территории Могилёвской водноледниково-моренной равнины. Так, древнеозёрные отложения, полученные из керна скважины 21.2, относятся к верхней части наревского горизонта и большей части борковского подгоризонта беловежского горизонта плейстоцена Беларуси. Межледниковые отложения, вскрытые скважинами 2Р и 4Р, относятся к нижней половине борковского подгоризонта.

Материалы палинологических исследований отложений, вскрытых новыми и ранее изученными скважинами и обнажениями на территории Могилёвской водноледниково-моренной равнины, позволяют получить представление о динамике природной среды в районе исследований на протяжении соответствующего интервала времени.

После отступления наревского ледника большая часть территории исследований была занята зандровыми равнинами, только в восточной части располагались моренные равнины и краевые ледниковые гряды. Постепенное таяние льда способствовало образованию водоёмов в перигляциальной зоне, которые продолжили своё существование и во время последующего потепления.

К началу потепления на территорию Могилёвской равнины стали проникать хвойно-мелколиственные леса, в которых постепенно возрастала роль сосны. С увеличением теплообеспеченности район исследований заняли широколиственные липово-вязово-дубовые, а в самое теплое время – дубово-вязово-лещиновые леса с бирючиной в подлеске. Во второй половине оптимума в составе лесных ассоциаций возрастала доля хвойных пород, хотя количество термофильных деревьев,

в частности дуба, оставалось значительным. С похолоданием территорию заняли хвойные елово-сосновые и сосново-еловые леса, в которых к концу борковского интервала возрастало участие берёзы и лиственницы. В начале нижинского холодного интервала расширялись площади, занятые травянистой растительностью, перемежающиеся с лиственнично-сосново-берёзовыми редколесьями.

Результаты палеоклиматических реконструкций показали, что в начальные и заключительные фазы борковского интервала средние январские температуры опускались примерно до –8 °С, а среднеиюльские – до +16 °С. В самую теплую фазу средняя температура января достигала +1.5 °С, а июля – +21.25 °С. Соответствующие современные значения температур наиболее близки к промежутку между фазами brk 5 (хвойно-широколиственные леса) и brk 6 (хвойные леса).

Литература

- Бобров А.Е., Куприянова Л.А., Литвинцева М.В., Тарасевич В.Ф. Споры папоротникообразных и пыльца голосеменных и однодольных растений флоры Европейской части СССР. Ленинград, Наука, 1983. 208 с.
- Борисова О.К., Зеликсон Э.М. Методические аспекты реконструкций палеоклиматов. Методы реконструкции количественных параметров климата по палеоботаническим данным. Палеофлористический метод // Климаты и ландшафты Северной Евразии в условиях глобального потепления. Ретроспективный анализ и сценарии. Атлас-монография «Развитие ландшафтов и климата Северной Евразии. Поздний плейстоцен – голоцен – элементы прогноза». Вып. III. М.: ГЕОС, 2010. С. 34–42.
- Величко А.А., Зеликсон Э.М., Борисова О.К., Грибченко Ю.Н., Морозова Т.Д., Нечаев В.П. Количественные реконструкции климата Восточно-Европейской равнины за последние 450 тыс. лет // Известия Российской академии наук. Серия географическая, 2004. № 1. С. 7–25.
- Величко А.А., Новенко Е.Ю., Зеликсон Э.М., Писарева В.В., Космакова А.В., Бёттгер Т.В., Юнге Ф.В. Природные условия микулинского (эемского) межледниковья в Центральной и Восточной Европе. Сравнительный анализ // Изв. РАН, сер. геогр., 2004, № 5. С. 41–57.
- Географический атлас учителя: пособие для учителей учреждений общего среднего образования. Минск, Белкартография, 2017. 392 с.
- Глушков Б.В. Донской ледниковый язык // Труды научно-исследовательского института геологии Воронежского государственного университета. Вып. 5. Воронеж, Издательство Воронежского университета. 2001. 166 с.
- Горецкий Г.И., Гурский Б.Н., Еловичева Я.К., Величкевич Ф.Ю., Дромашко С.Г., Назаров В.И., Zubovich С.Ф. Нижинский Ров (стратотипический разрез шклов-

- ского межледниковья Белоруссии). Минск, Наука и техника, 1987. 273 с.
- Гричук В.П., Зеликсон Э.М., Борисова О.К. Реконструкция климатических показателей раннего кайнозоя по палеофлористическим данным // Климаты Земли в геологическом прошлом. М., 1987. С. 69–77.
- Еловичева Я.К. Шкловские (рославльские) межледниковые отложения Белоруссии и смежных территорий. Минск, Наука и техника, 1979. 184 с.
- Кондратене О.П., Санько А.Ф. Условия залегания и палинологическая характеристика межледниковых отложений в овраге Нижнинский Ров // Проблемы плейстоцена. Минск, Наука и техника, 1985. С. 101–124.
- Куприянова Л.А. Палинология сережкоцветных. Ленинград, Наука, 1965. 215 с.
- Куприянова Л.А., Алешина Л.А. Пыльца двудольных растений флоры европейской части СССР. Том 1. Ленинград, Наука, 1978. 184 с.
- Куприянова Л.А., Алешина Л.А. Пыльца и споры растений флоры европейской части СССР. Ленинград, Наука, 1972. 171 с.
- Матвеев А.В. История формирования рельефа Белоруссии. Минск, Наука и техника, 1990. 144 с.
- Матвеев А.В., Гурский Б.Н., Левицкая Р.И. Рельеф Белоруссии. Минск, Университетское, 1988. 320 с.
- Махнач Н.А. Этапы развития растительности Белоруссии в антропогене. Минск, Наука и техника, 1971. 212 с.
- Нацыянальны атлас Рэспублікі Беларусь. Мінск, Белкартаграфія, 2002. 292 с.
- Рылова Т.Б., Карабанов А.К., Савченко И.Е. Новые данные к стратиграфическому расчленению плейстоценовых отложений в районе г. Могилев // Геология и полезные ископаемые четвертичных отложений: материалы VIII Универ. геол. чтений, Минск, 3–4 апр. 2014 г. Ч. 1. Под ред. А.Ф. Санько. Минск, Цифровая печать, 2014. С. 23–26.
- Рылова Т.Б. Биостратиграфическое расчленение беловежского и александрийского межледниковых горизонтов плейстоцена на территории Беларуси // Докл. НАН Беларуси, 1998, Т. 42, № 4. С. 114–117.
- Рылова Т.Б., Савченко И.Е. Растительность и климат межледниковых интервалов плейстоцена Беларуси по данным палинологических исследований // Літасфера, 2006, № 1(24). С. 12–26.
- Стратиграфические схемы докембрийских и фанерозойских отложений Беларуси: объяснительная записка. Под ред. С.А. Кручека. Минск, БелНИГРИ, 2010. 282 с. + приложение из 15 стратиграфических схем.
- Шидловская А.В., Литвинюк Г.И. Палеоботаническое обоснование возраста древнеозёрных отложений, вскрытых скважинами 2Р и 4Р у д. Черенки Чаусского района Могилёвской области // Літасфера, 2022, № 1(56). С. 40–48.
- Шидловская А.В., Рылова Т.Б., Якубовская Т.В. Палеоботаническое обоснование беловежского возраста древнеозёрных плейстоценовых отложений, вскрытых у д. Шилово Угол в Могилёвской области // Літасфера, 2022, № 2(57). С. 38–54.
- Шик С.М., Козлов В.Б. Четвертичные отложения Смоленской области // Четвертичные отложения, экология и полезные ископаемые Смоленской области: Сборник статей. Смоленск, Ойкумена, 2002. С. 11–49.
- Юркевич И.Д., Голод Д.С., Адерихо В.С. Растительность Белоруссии, ее картографирование, охрана и использование: с картой растительности БССР масштаба 1:600 000. Минск, Наука и техника, 1979. 246 с.
- Якубовская Т.В. О шкловско-снайгупельской группе флоры плейстоцена и проблеме беловежского межледниковья Беларуси // Літасфера, 2020, № 1(52). С. 75–88.
- Blinnikov M., Gaglioti B., Walker D., Wooller M., Zazula G. Pleistocene graminoid-dominated ecosystems in the Arctic // Quaternary Science Reviews, 2011, Vol. 30, issues 21–22. P. 2906–2929. DOI:10.1016/j.quascirev.2011.07.002.
- Gernandt D., López G.G., García S.O., Liston A. Phylogeny and classification of *Pinus* // Taxon, 2005, № 54(1). P. 29–42.
- Walanus A., Nalepka D. POLPAL program for counting pollen grains, diagrams plotting and numerical analysis // Acta Palaeobotanica, 1999, Suppl. 2. P. 57–67.

Literature

- Bobrov A.E., Kupriyanova L.A., Litvintseva M.V., Tarasevich V.F. Spores of ferns and pollen of gymnosperms and monocots of the flora of the European part of the USSR. Leningrad, Nauka, 1983. 208 p.
- Borisova O.K., Zelikson E.M. Methodical aspects of paleoclimate reconstructions. Methods for reconstruction of quantitative climate parameters according to paleobotanical data. Paleofloristic method // Climates and landscapes of Northern Eurasia in the context of global warming. Retrospective analysis and scenarios. Atlas-monograph “Development of landscapes and climate of Northern Eurasia. Late Pleistocene – Holocene – forecast elements”. Issue. III. Moscow: GEOS, 2010, pp. 34–42.
- Velichko A.A., Zelikson E.M., Borisova O.K., Gribchenko Yu.N., Morozova T.D., Nechaev V.P. Quantitative climate reconstructions of the East European Plain over the past 450 thousand years. Izvestiya Rossiiskoi Akademii Nauk. Geographic Series, 2004. No. 1, pp. 7–25.
- Velichko A.A., Novenko E.Yu., Zelikson E.M., Pisareva V.V., Kosmakova A.V., Boettger T.V., Junge F.V. Natural conditions of the Mikulin (Eemian) interglacial in Central and Eastern Europe. Comparative analysis // Izv. RAS, Ser. Geogr., 2004, No. 5. P. 41–57.
- Geographic Atlas of the Teacher: A Guide for Teachers of General Secondary Education. Minsk, Belkartography, 2017. 392 p.
- Glushkov B.V. Donian glacial tongue // Proceedings of the Research Institute of Geology of the Voronezh State University. Issue. 5. Voronezh, Voronezh University Press. 2001. 166 p.
- Goretsky G.I., Gursky B.N., Elovicheva Ya.K., Velichkevich F.Yu., Dromashko S.G., Nazarov V.I., Zubovich S.F. Nizhninsky Rov (stratotype section of the Shklovian interglacial in Belarus). Minsk, Nauka i tekhnika, 1987. 273 p.

- Grichuk V.P., Zelikson E.M., Borisova O.K. Reconstruction of climatic indicators of the early Cenozoic according to paleofloristic data // *Climates of the Earth in the geological past*. M., 1987. S. 69–77.
- Elovicheva Ya.K. Shklovian (Roslavlian) interglacial deposits of Belarus and adjacent territories. Minsk, Nauka i tekhnika, 1979. 184 p.
- Kondratene O.P., Sanko A.F. Occurrence conditions and palynological characteristics of interglacial deposits in the Nizhninsky Rov ravine // *Problems of the Pleistocene*. Minsk, Nauka i tekhnika, 1985, pp. 101–124.
- Kupriyanova L.A. Palynology of juliflorae. Leningrad, Nauka, 1965. 215 p.
- Kupriyanova L.A., Aleshina L.A. Pollen of dicotyledonous plants of the flora of the European part of the USSR. Volume 1. Leningrad, Nauka, 1978. 184 p.
- Kupriyanova L.A., Aleshina L.A. Pollen and spores of flora of the European part of the USSR. Leningrad, Nauka, 1972. 171 p.
- Matveev A.V. The history of the relief formation of Belarus. Minsk, Nauka i tekhnika, 1990. 144 p.
- Matveev A.V., Gursky B.N., Levitskaya R.I. Relief of Belarus. Minsk, Universitetskaya, 1988. 320 p.
- Makhnach N.A. Stages of vegetation development in Belarus during the Anthropogen. Minsk, Nauka i tekhnika, 1971. 212 p.
- National Atlas of the Republic of Belarus. Minsk, Belkartagafiya, 2002. 292 p.
- Rylova T.B., Karabanov A.K., Savchenko I.E. New data on the stratigraphic division of the Pleistocene deposits in the area of the city of Mogilev // *Geology and Minerals of Quaternary Deposits: materials of the VIII Univer. geol. readings*, Minsk, April 3–4. 2014. Part 1. Ed. A.F. Sanko. Minsk, Tsifrovaya pechat', 2014. P. 23–26.
- Rylova T.B. Biostratigraphic subdivision of the Belovezhian and Alexandrian interglacial horizons of the Pleistocene in Belarus, *Dokl. NAS of Belarus*, 1998, vol. 42, no. 4, pp. 114–117.
- Rylova T.B., Savchenko I.E. Vegetation and climate of interglacial intervals of the Pleistocene of Belarus according to palynological data // *Litasfera*, 2006, No. 1(24), pp. 12–26.
- Stratigraphic schemes of Precambrian and Phanerozoic deposits in Belarus: explanatory note. Ed. S.A. Kruchek. Minsk, BelNIGRI, 2010. 282 p. + application of 15 stratigraphic schemes.
- Shidlovskaya A.V., Litvinyuk G.I. Age determination of the ancient lacustrine deposits recovered by boreholes 2R and 4R at Cherenki site (Chausy district, Mogilev region) according to paleobotanical data // *Litasfera*, 2022, no. 1(56), pp. 40–48.
- Shidlovskaya A.V., Rylova T.B., Yakubovskaya T.V. Paleobotanical substantiation of the belovezhian age of the ancient lacustrine pleistocene deposits exposed at Shilov Ugol site in Mogilev region // *Litasfera*, 2022, no. 2(57), pp. 38–54.
- Shik S.M., Kozlov V.B. Quaternary deposits of the Smolensk region // *Quaternary deposits, ecology and minerals of the Smolensk region: Collection of articles*. Smolensk, Oikumena, 2002, pp. 11–49.
- Yurkevich I.D., Golod D.S., Aderikho V.S. Vegetation of Belarus, its mapping, protection and use: with a vegetation map of the BSSR to 1:600,000 scale. Minsk, Nauka i tekhnika, 1979. 246 p.
- Yakubovskaya T.V. About the shklovian-snaygupelian group of the pleistocene flora and the problem of the belovezhian interglacial of Belarus // *Litasfera*, 2020, № 1(52), P. 75–88.
- Blinnikov M., Gaglioti B., Walker D., Wooller M., Zazula G. Pleistocene graminoid-dominated ecosystems in the Arctic // *Quaternary Science Reviews*, 2011, Vol. 30, issues 21–22. P. 2906–2929. DOI:10.1016/j.quascirev.2011.07.002.
- Gernandt D., López G.G., García S.O., Liston A. Phylogeny and classification of *Pinus* // *Taxon*, 2005, № 54(1), P. 29–42.
- Walanus A., Nalepka D. POLPAL program for counting pollen grains, diagrams plotting and numerical analysis // *Acta Palaeobotanica*, 1999, Suppl. 2. P. 57–67.

A.V. Shidlovskaya

VEGETATION AND CLIMATE OF THE BORKOVIAN INTERVAL OF BELOVEZHIAN TIME OF THE PLEISTOCENE IN THE EASTERN BELARUS ACCORDING TO THE MATERIALS OF PALYNOLOGICAL INVESTIGATIONS

The results of palynological studies of ancient lacustrine deposits discovered by boreholes in the eastern Belarus within the Mogilev glacial-morainic plain are presented in this paper. The deposits of 21.2 borehole belong to the upper part of the Narevian horizon and most part of the Borkovian subhorizon of Belovezhian horizon of the Pleistocene of Belarus. Deposits of boreholes 2R and 4R belong to the lower half of the Borkovian subhorizon. The obtained data, together with the already known palynological materials on the sections of this territory, made it possible to reconstruct the vegetation and climate of the Borkovian interval of the Belovezhian time (Glazovian optimum of the Muchkap interglacial in the Neopleistocene scheme of Russia). The average temperature in January reached +1.5 °C, and in July – +21.25 °C in the warmest phase. Mainly broad-leaved elm-oak-hazel forests grew.

Key words: Pleistocene of Belarus, Belovezhian horizon, spores and pollen, palynostratigraphy, vegetation, climate.

А. В. Шыдлоўская
РАСЛІННАСЦЬ І КЛІМАТ БОРКАЎСКАГА ІНТЭРВАЛУ БЕЛАВЕЖСКАГА ЧАСУ
ПЛЕЙСТАЦЭНА НА ЎСХОДЗЕ БЕЛАРУСІ ПА МАТЭРЫЯЛАХ
ПАЛІНАЛАГІЧНЫХ ДАСЛЕДАВАННЯЎ

У працы прыведзены вынікі паліналагічных даследаванняў старажытнаазёрных адкладаў, выяўленых пошукавымі свідравінамі на ўсходзе Беларусі ў межах Магілёўскай водналедавікова-марэннай раўніны. Адклады свідравіны 21.2 адносяцца да верхняй часткі нараўскага гарызонту і большай часткі боркаўскага падгарызонту белавежскага гарызонту плейстацэну Беларусі. У свідравінах 2Р і 4Р вывучаныя адклады належаць да ніжняй паловы боркаўскага падгарызонту. Атрыманыя дадзеныя ў сукупнасці з ужо вядомымі паліналагічнымі матэрыяламі па разрэзах тэрыторыі даследаванняў дазволілі выканаць рэканструкцыю расліннасці і клімату боркаўскага інтэрвалу белавежскага часу (глазаўскі оптымум мучкапскага міжледавікоўя ў схеме неаплейстацэну Расіі). У самую цёплую фазу сярэдняй тэмпературы студзеня дасягала $+1.5^{\circ}\text{C}$, а ліпеня – $+21.25^{\circ}\text{C}$, раслі пераважна шырокалісцевыя вязава-дубовалясныя лясы.

Ключавыя словы: плейстацэн Беларусі, белавежскі гарызонт, споры і пылок, палінастратыграфія, расліннасць, клімат.

ПОЗДНЕПАЛЕОЛИТИЧЕСКИЙ «ОАЗИС» В ОКРЕСТНОСТЯХ С. КОСТЕНКИ (СРЕДНИЙ ДОН): ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И ДОЛГОВРЕМЕННОГО СУЩЕСТВОВАНИЯ

Лаврушин Ю.А.¹, Петрова В.В.¹, Сеницын А.А.², Спиридонова Е.А.³.

¹Геологический институт РАН, Москва, e-mail: lavrushin09@mail.ru;

²Институт истории материальной культуры РАН, Санкт-Петербург, e-mail: andrei sinitsyn@gmail.com

³Институт археологии РАН, Москва

DOI:10.34756/GEOS.2023.17.38662

Реферат. Процесс миграции как животных мамонтового фаунистического комплекса (МФК), так и разных антропогенных сообществ позднего палеолита на север из Предаралья, районов, прилежащих с севера к Кавказу и его предгорьям, могло быть связано с возникновением неблагоприятных природных обстановок для обитания. Это могло быть вызвано интенсивными проявлениями вулканизма – как вулканических центров на Кавказе, так и Таманского грязевулканического центра в Приаралье. Миграция была приурочена к долине р. Дон и ближайшему междуречью. Это был единственный сухопутный путь на север, поскольку западнее и восточнее территории заливались Понто-Каспийскими трансгрессиями. Основание оазиса в окрестностях с. Костенки было вызвано наличием локальных природных обстановок благоприятных как для людей каменного века, так и животных МФК. Севернее с. Костенки возник природный барьер, который в начале был представлен специфической природной обстановкой в виде почти непроходимой грязевулканической пустыни. Этот палеоландшафт возник в результате проявления гляциодинамических процессов в субгляциальной литосфере последнего покровного оледенения. На дневной поверхности земной коры это было выражено в образовании множества грунтовых и водных потоков, количество которых возрастало по мере интенсификации гляциодинамики. В современной природной обстановке подобных ландшафтов не имеется. Геологической основой подобного типа ландшафтов являются горизонты покровных суглинков известных в разрезах покрова четвертичных отложений в перигляциальной области. Допускается, что в пределах оазиса в этапы интенсификации гляциодинамических процессов возрастало количество культурных слоев. Во время второй стадии формирования природного барьера возникла совершенно непроходимая ледовая пустыня.

Локальная «комфортность» обитания в окрестностях с. Костенки обуславливалась как для животных, так и для антропогенных сообществ наличием незамерзающих водных потоков вышедшей из тоннеля подземной реки. Не в зимнее время в днищах логов существовала кустарниково-травянистая и прибрежная растительность, что для травоядных животных являлось основой питания. Растительная пища была также доступна для аборигенов. Особенности геологического строения данного локального участка способствовали возникновению инъективных излияний на дневную поверхность флюидов в виде грязевых потоков пльвунного типа, состав которых привлекал большое количество животных, особенно мамонтов. В результате возник симбиоз аборигенов и животных МФК, в котором люди могли обеспечивать свои потребности в мясной пище.

В отложениях территории данного оазиса выделено три типа залежей костного материала: одна из них была связана с излишеством потребления минерально-пищевых добавок, а также с дегазацией флюидов, отравлением животных и их гибелью. Второй тип скоплений костного материала был связан с гидро-катастрофическими событиями. Третий тип скоплений целиком рукотворный. Второй тип мог служить «фундаментом» для сооружения помещений для значительных сообществ или складом строительного и топливного материала.

Ключевые слова: поздний палеолит, пойменный аллювий, субгляциальная литосфера, гляциодинамика, флюиды, мамонт, склоновый седиментогенез, вулканический пепел.

Введение

Изучение археологических памятников в районе с. Костенки проводилось многими поколениями отечественных ученых. В результате, благодаря многочисленным публикациям, этот комплекс археологических памятников получил международное признание. В последние десятилетия к изучению памятников подключились отдельные исследователи зарубежных стран. Это способствовало использованию новейших технологических приемов в области геохронологических исследований.

Как установлено многочисленными исследователями данного района, подавляющее число археологических памятников в окрестностях с. Костенки являются многослойными, а культурные слои в них принадлежат разным сообществам аборигенов. Кроме того, среди памятников выделяются две группы: археологические памятники, в геологических разрезах которых имеются слои вулканического пепла, и памятники без пепловых слоев. На рис. 1 показана схема пространственного размещения археологических памятников в позднепалеолитическом оазисе в окрестностях с. Костенки. Анализ этой схемы, учитывая имеющиеся геохронологические данные, позволяет утверждать, что большинство ранних поселений древнего человека размещались во внутренних частях крупных логов (в свое время бывших приустьевыми долинами подземной реки, впадавшей в р. Дон). Более поздние из них были сосредоточены на различных элементах склона правобережного междуречья, включая поверхности имеющих конусов выноса склоновых эрозионных образований и мысов. При этом важно отметить два обстоятельства. Первое из них – это наличие длительно существовавшего «позднепалеолитического миграционного маршрута» аборигенов каменного века с юга на север вдоль долины Дона и прилежащих частей междуречья. Выбор этого направления был обусловлен региональными природными особенностями Восточно-Европейской равнины, восточные и западные части которой периодически оказывались затопленными Понто-Каспийскими трансгрессиями. При этом, что в это же время могло быть в Приазовье оживление грязевулканической деятельности в пределах соответствующего Таманского грязевулканического центра и, как известно из публикаций, активность проявляли вулканы Кавказа [Лебедев, Вашакидзе, 2014; Чернышов и др., 2014]. Второе обстоятельство: данная «сухопутная тропа» была единственным путем на север не только для различных антропогенных сообществ позднего палеолита, но и для животных мамонтового фаунистического комплекса (МФК), являвшихся

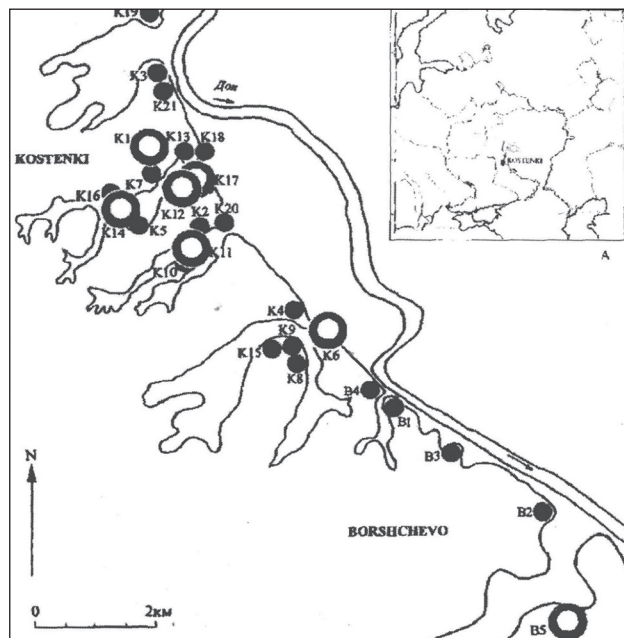


Рис. 1. Археологические памятники в антропогенном оазисе окрестностей с. Костенки

Fig. 1. Archaeological sites in the anthropogenic oasis in the vicinity of village Kostenki

важнейшим источником мясной пищи для людей каменного века. Подобный симбиоз обуславливал определенную «комфортность» его антропогенной составляющей.

Необходимо отметить, что при обсуждении причин, влияющих на размещение поселений древнего человека, исследователи чаще всего ограничиваются общими фразами, связанными с оценкой безопасности расположения, наличием поблизости сырья для изготовления орудий, степени укрытости и т.д. Все это важно, но не раскрывает в полной мере особенностей природной среды непосредственно окрестностей с. Костенки, которые привлекли внимание антропогенных сообществ каменного века. И хотя так называемый «оазис» (окрестности с. Костенки), по имеющимся в настоящее время археологическим данным, существовал длительное время, причины прерывисто-длительной концентрации здесь мест обитания древнего человека обычно не обсуждались; археологи ограничивались лишь констатацией этого факта, что также было немаловажно и способствовало проведению дальнейших исследований по изучению данных памятников.

В настоящей работе впервые рассматриваются именно причины возникновения на пути миграционного следования на север антропогенных сообществ, животных мамонтового фаунистического комплекса и длительно существовавшего

позднепалеолитического «оазиса» в окрестностях с. Костенки.

Первоначальной преградой дальнейшей миграции на север животных мамонтового фаунистического комплекса и антропогенных сообществ явилось возникновение в пределах перигляциальной области последнего покровного оледенения в европейской части России специфической труднопроходимой грязевулканической пустыни. Характерной особенностью ландшафта данного типа пустыни являлись массовые инъективные трещинные и полостные излияния высокобарических флюидов разной консистенции из толщи субгляциальной литосферы, образующие значительные грязевые грунтовые и водные потоки, которые заполняли существовавшие овраги, долины малых рек и даже долины верховий крупных водных артерий, например Дона, как ранее нами было установлено.

Геологической основой для подобного вывода послужили пласты так называемых покровных суглинков в строении толщи четвертичных отложений перигляциальной зоны последнего ледникового покрова европейской части России, генезис которых до сих пор оставался неоднозначным. При этом важно отметить, что эти пласты в разрезах четвертичных отложений пространственно приурочены к зоне краевых образований ледникового покрова. Позднее, в максимум последнего оледенения, последующей преградой для миграции стали мощные толщи ледниковых покровов, которые создали ледовую пустыню и полностью перекрыли пути миграции на север.

Таким образом, увеличение или уменьшение степени заселенности оазиса было обусловлено интенсивностью инъективных излияний грунтовых плавуннов на поверхность земной коры, которая контролировалась гляциодинамическими процессами в латеральной части субгляциальной литосферы за пределами распространения бронирующих толщ льда. Увеличение интенсивности процессов гляциодинамики повышало степень непроходимости грязевулканической пустыни и, соответственно, увеличивало заселенность оазиса. Если обратиться к разработанной ранее схеме строения ледникового покрова [Лаврушин, 2021], в прилегающей к краю ледника части перигляциальной зоны к дневной поверхности подходят толщи верхов субгляциальной литосферы, образованные в результате мощных проявлений процессов гляциоизостазии. В следующей зоне перигляциальной области (наиболее интересной для нас) к дневной поверхности подходят глубинные отложения латеральной части субгляциальной литосферы, включающие песчаные и алевроито-глинистые (суглинки) образования, возникшие за счет преобразования глинистых и песчаных толщ преимущественно до-

четвертичных отложений. Нами эти отложения в пределах данной части перигляциальной области рассматриваются в качестве основы возникновения трещинных инъективных грязевулканических образований различной плавунной консистенции и, соответственно, составляют главный элемент **грязевулканической пустыни**, как это показано на рис. 2а для начальной стадии формирования этой природной обстановки. Поскольку проявление грязевулканических процессов обусловлено динамикой гляциодинамических напряжений, которые чаще всего имеют пульсационный тип, а иногда проявляются в виде этапов, соответствующая многослойность строения культурных горизонтов в разрезах стоянок рассматриваемого оазиса, по нашему мнению, может также быть связанной (в какой-то степени) с меняющейся проходимостью выделенного типа пустыни. Таким образом, сближенная многослойность культурных слоев или горизонтов может отражать повышенную непроходимость грязевулканической пустыни, и, наоборот, разобщенность этих археологических стратиграфических подразделений может быть связана с определенным уровнем проходимости подобного природного барьера.

Важно также отметить, что длительно-прерывистая концентрация поселений аборигенов каменного века непосредственно в окрестностях с. Костенки была обусловлена локальными природными особенностями, ряд из которых оказались «комфортными» для обитания, хотя, на первый взгляд, эта территория ничем не отличалась от районов, располагавшихся к северу и югу от нее. «Комфортность» обитания аборигенов была обусловлена следующими локальными особенностями природной среды. (1) Здесь наблюдалась значительная концентрация животных мамонтового фаунистического комплекса – главного источника мясной пищи. (2) В данном районе имелись фрагменты гляциотектонических образований в виде протяженной гляциодайки и куполовидной структуры, возникших в субгляциальной литосфере донского оледенения. При этом, погребенный фрагмент гляциокупола был источником инъективных излияний содержащихся в нем флюидов и возникновения грунтовых грязевых потоков плавунной консистенции, привлекавших животных МФК в качестве минерально-пищевых добавок к основной пище. Структура гляциодайки являлась своеобразной плотиной, которая способствовала возникновению подпрудных бассейнов (в Покровском логе). (3) Непосредственно в окрестностях с. Костенки находились приустьевые протоки выхода из тоннеля подземного сеноманского незамерзающего водного потока, который впадал в Пра-Дон, что было удобно для размещения поселений сообществ



Рис. 2. Принципиальная схема строения краевой зоны покровного оледенения

1 – нижняя турбулентная часть субгляциальной литосферы; 2 – верхняя часть толщи субгляциальной литосферы; 3–6 – подразделения донной морены: 3 – морена с крупными отторженцами и гляциодиапирами; 4 – чешуйчатая морена, есть диапиры и гляциодайки, отторженцы; 5 – морена выдавливания; 6 – покров выдавленных покровных суглинков.

Fig. 2. Layout diagram of the marginal zone structure of the inland ice

1 – turbulent lower part of the subglacial lithosphere; 2 – upper part of the subglacial lithosphere; 3–6 – subdivisions of the bottomtill: 3 – till with large outliers and glaciopirids; 4 – scaly structure till, there are diapirs and glacioidikes, outliers; 5 – extrusion till

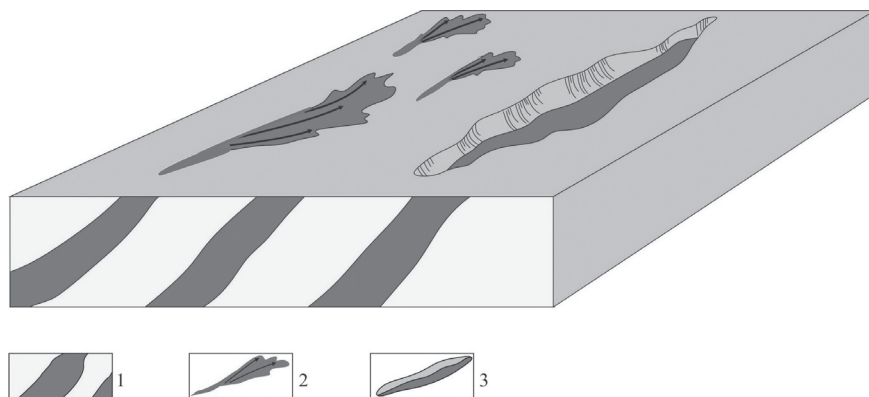


Рис. 2а. Начальная фаза формирования грязевулканических потоков.

1 – схема строения подхода нижних частей субгляциальной литосферы к поверхности земной коры; 2 – начальная стадия излияний грязевого потока на дневной поверхности; 3 – грязевый поток в депрессии на дневной поверхности.

Fig. 2a. The initial phase of the formation of mud volcano flows.

1 – scheme of the structure of the approach of the lower parts of the subglacial lithosphere to the surface of the earth's crust; 2 – the initial stage of the mud flow; 3 – mud flow eruption in a depression

древнего человека. (4) Различная морфологическая выраженность приустьевых долин проток могла быть обусловлена миграцией водного потока и, соответственно, разной продолжительностью его

эрозионного воздействия на морфологию приустьевых участков долин. (5) В гидрологическом режиме водного потока существовали два типа режима: меженный и половодный. В конце меженных эта-

пов подземной реки в пределах пологонаклонного днища долин приустьевых протоков активное развитие получали специфические склоновые процессы. Это обуславливалось значительным воздействием гляциодинамических напряжений на толщу субгляциальной литосферы последнего оледенения, что вызвало возникновение кливажа и разрушение на чешуеподобные крупные обломки поверхностных уплотненных педогенетических образований пойменного аллювия. Проявления гляциодинамических напряжений приводили к возникновению разновеликих бугров пучения, деформаций разрыва в виде трещин и полостей и излияниям по ним высокобарических флюидов в виде алеврито-глинистых грунтовых грязевых потоков. Необычно широкое днище наиболее развитых долин (Покровский лог) имело богатые заросли кустарниково-травянистой растительности, часть из которой могла быть источником растительной пищи как для травоядных животных, так и для аборигенов. (7) В верховьях Покровского лога имеются выходы писчего мела турона, в котором содержатся конкреции кремня; в чешуйчатых обломках пойменных отложений также встречаются мелкие фрагменты писчего мела с конкрециями кремня, представлявшими интерес для местных жителей в качестве сырья для изготовления необходимых орудий. Пойменными водами обломки писчего мела переносились во взвешенном состоянии, чему способствовала высокая пористость этой породы и их малый удельный вес. (8) На бортах приустьевых участков долин подземной реки, по палинологическим данным, росли деревья, которые могли использоваться как дрова наравне с крупными костями, а также, возможно, как материал, необходимый для изготовления хозяйственных поделок и, возможно, орудий.

Важно иметь в виду, что не все перечисленные «комфортные» особенности локальной природной среды проявлялись в приустьевой протоке, которая занята ныне Покровским логом. Многослойность культурных слоев отражает, скорее всего, этапы значительного ослабления миграционных процессов.

Важно отметить, что некоторые из перечисленных «комфортных» факторов одновременно могли иметь двойное значение. Так, например, значительная концентрация животных при этапах интенсификации склоновых процессов и значительного увеличения излияний флюидных грязевых потоков могла приводить к их гибели, чем частично можно объяснить насыщенность толщи приповерхностных отложений костями преимущественно мамонтов (более подробно этот факт будет рассмотрен ниже). При экстремальных излияниях флюидных грязевых потоков и при неумеренном поглощении этих образований животными могли происходить даже палеозоологические катастрофы. Так, на-

пример, при вскрытии трупов мамонтов, обнаруженных на территории нашего сектора Арктики, оказалось, что пищевод и желудок этих животных были полностью забиты алеврито-глинистым материалом [Шило и др., 1984]. Ранее считалось, что это могло быть связано с гибелью животных в озерных бассейнах. По нашему мнению, гибель животных в районе с. Костенки (как и в Арктике) могла произойти как из-за неумеренного переедания животными материала флюидных пливунов, так и из-за отравления животных газом, выделявшимся в ходе дегазации изливающегося флюида. Не исключается также повышенная гибель животных вследствие экстремального недостатка пищи в зимнее время. Остается лишь добавить, что слонам даже в зоопарках весной дают алеврито-глинистый искусственно созданный пливун в качестве пищевой добавки. Поэтому связывать наличие множества костей в отложениях окрестностей с. Костенки только с экстремальной охотой местных аборигенов, как это утверждалось в некоторых археологических публикациях, вряд ли справедливо, но их гибель действительно происходила.

Все изложенное имеет отношение, главным образом, к бессистемно содержащемуся в отложениях костному материалу, принадлежащему в основном мамонтам.

Однако по результатам археологических исследований может быть выделен и другой тип концентрированных костных скоплений тех же животных в данном районе — так называемые «островные» костища (наше рабочее название). В отличие от бессистемного распространения костного материала, приуроченного к днищам логов, «островной» тип скоплений костного материала располагается на площадках, которые находятся на склоне коренного берега и имеют небольшой уклон к долине Дона. По результатам предыдущих археологических исследований, подобного типа костища использовались мигрантами амосовско-мезинской культуры в качестве основы для обустройства жилищ, поскольку у пришлого местного населения такие конструкции полностью отсутствовали. Генезис выравненных площадок на склоне междуречья связывается с эрозионными процессами, возникшими в ходе прохождения экстремальных водных потоков из переполненного подпрудного водоема. Подобный вывод основан на том, что эти площадки находятся на участке склона междуречья, «отгороженном» от долины р. Дон протяженной гляциодайкой, и сброс воды происходил по «щели» между коренным склоном и гляциоструктурой. Возникновение костищ и, соответственно, гибель относительно небольших скоплений мамонтов была обусловлена экстремальным спуском воды из переполненного подпрудного водоема в

Покровском логе. При этом допускается, что своеобразным «спусковым крючком» для неожиданного сброса воды из подпрудного водоема могли послужить значительные гляциодинамические напряжения, воздействовавшие на элементы подземной гидросферы в толще субгляциальной литосферы, вызвавшие неожиданное резкое увеличение воды в уже переполненном подпрудном водоеме и ее валообразный сброс.

Наконец, следует отметить, что важным при палинологических исследованиях было обратить внимание на возможные источники растительной пищи для аборигенов каменного века. В отечественной литературе этому вопросу уделяется совершенно недостаточное внимание; акцент делается в основном на источники мясной пищи. Палеоботанические исследования обычно ограничиваются установлением связи культурных горизонтов с подразделениями региональной стратиграфической шкалы, с глобальными палеоклиматическими событиями и в меньшей степени с локальными палеоландшафтами. В настоящей работе, хотя и в очень ограниченном объеме, речь идет о питании населения древних сообществ не только мясной, но и растительной пищей, что увеличивало «комфортность» условий обитания местных жителей непосредственно в данном районе. А применение метода археологической палинологии позволяет раскрыть дополнительные особенности обитания в данном антропогенном оазисе.

Пространственное размещение первых мигрантов раннего этапа позднего палеолита в окрестностях с. Костенки

Имеется сравнительно немного данных о первых мигрантах раннего этапа позднего палеолита. Время пребывания их в данном районе было определено методом С-14 [Синицын, 2015 и многие другие публикации этого и других исследователей]: от 40 до почти 50 кал. тыс. лет, что соответствует началу морской изотопной стадии W-3. Эти данные были получены по материалам датирования в ходе археологических исследований на стоянках Борщево-5, в культурном слое одного из разрезов в Аносовском логе и Покровском логе на стоянках Костенки-14, Костенки-1 [Синицын, 2017; Dinnis et al., 2021; Haesaerts et al., 2017 и т.д.].

Необходимо отметить, что первые два местонахождения в геолого-геоморфологическом плане до сих пор остаются совершенно недостаточно изученными. В разрезе на археологическом памятнике Костенки-14 в Покровском логе, который ранее изучался многими исследователями геолого-географического профиля [Грищенко, 1950; Лазуков, 1957; Величко и др., 2009; Седов и др., 2010; Лаврушин, Спиридонова, 2017; Синицын, 2017; Спиридонова, 2002 и т.д.], были получены наиболее поздние датировки культурных слоев ранних мигрантов (памятник Костенки-14 в Покровском логе (рис. 3).

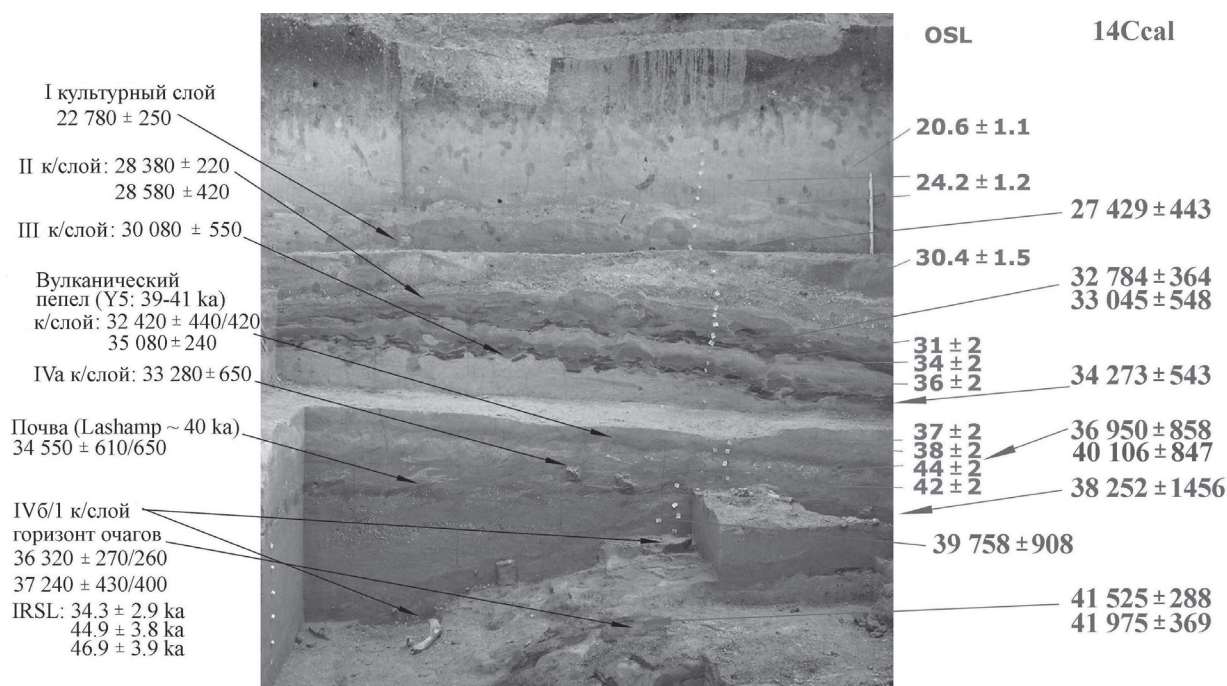
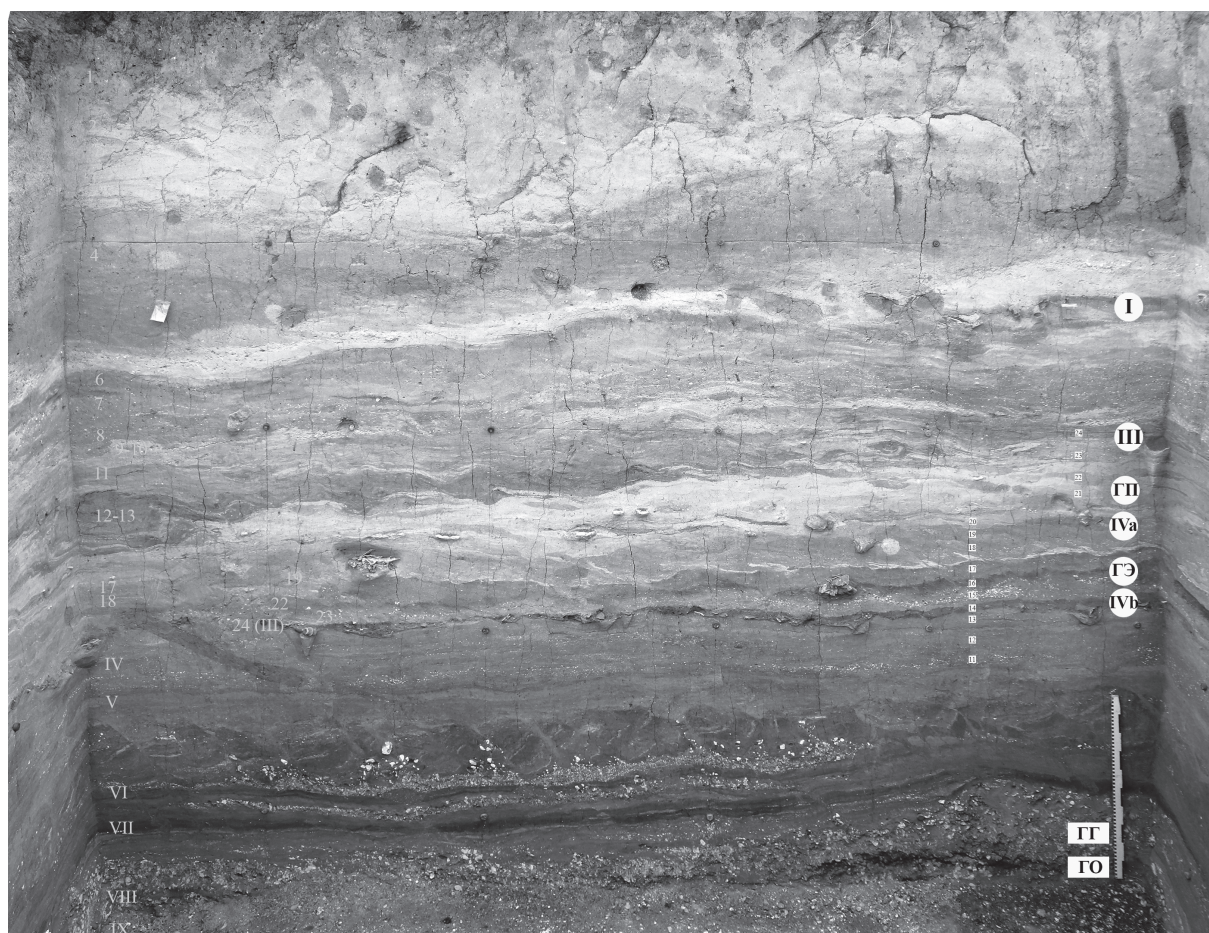


Рис. 3. Геохронология культурных слоев стоянки Костенки-14 по А.А. Синицыну [Синицын, 2015 и др.].
Fig. 3. Geochronology of the cultural layers of the Kostenki-14 site according to A.A. Sinitsyn (Sinitsyn et al., 2015)

Поселения ранних мигрантов в Покровском логе были приурочены к бортам приустьевой части долины подземной реки, что, возможно, было связано с меняющимся расположением водотока, а также к днищу лога, где сохранились следы кратковременных посещений. Можно предположить, что подобное расположение жилищ было обусловлено «привычкой» селиться не в долинах крупных рек, а в укрытиях вблизи относительно небольших водотоков. Важно отметить, что в это время днище рассматриваемой части долины, согласно археологическим данным [Синицын, 2015], было расчленено мелкими овражками, в бортах которых было установлено наличие культурных слоев, получивших наименования IУБ1, ГБ (горизонт берега), У1, У11 и У111 (рис. 4). Однако по наблюдениям Лаврушина и Спиридоновой [2017], неровности на поверхности днища долины в данном месте были образованы не овражками, а буграми пучения и западинами между ними, возникшими

на поверхности кровли погребенного фрагмента гляциотектонической структуры в толще отложенной субгляциальной литосферы [Лаврушин, 2021]. Внутренняя часть структуры была заполнена высокобарическим флюидом, имевшим консистенцию грунтового плавцуна. Терригенную основу плавцуна составляли отложения сеномана: пески, глины, зернистые фосфориты и смесь этих образований. При этом возникавшие под воздействием гляциодинамических процессов разновеликие бугры пучения на поверхности гляциотектонической структуры осложняли первоначальный рельеф ее кровли. Есть мнение [Синицын, 2015], что кирпично-красный цвет верхней части этих образований мог быть связан с воздействием огня от очагов, которые разводили первоначальные обитатели этого района. Но скорее всего кирпично-красный цвет данных отложений может быть связан с их обогащенностью фосфатным веществом курситом из группы фторкарбонатапатита. Подобного типа образова-



Костенки 14 (Маркина гора). 2020. Разрез восточной стенки по линии 80-81 на кв. Л,М,Н,О,П-80. Справа - обозначение культурных слоев где ГП - горизонт в вулканическом пепле, ГЭ - горизонт в "почве с экскурсом". В прямоугольниках - ГГ - горизонт галечника, ГО - горизонт "очагов". Слева 1-24 - геологические слои, III-IX - отложения берега овражка.

Рис. 4. Расположение культурных слоев на стенке разреза по Синицыну А.А.

Fig. 4. The cultural layers location on the wall sections according to A.A. Sinitsyn

ния известны в пределах Черноземья. Непосредственно под одним из очагов в Покровском логе на стоянке Костенки-14 в верхней части линзы кирпично-красных образований В.В. Петрова (ГИН РАН) на электронном микроскопе обнаружила инородное включение в виде фрагмента древесного угля (рис. 5). Но каких-либо изменений в окраске породы поблизости обнаружено не было. Это вполне естественно, поскольку невозможно ожидать значительного изменения цвета минеральных отложений от повышения температур в связи с горением небольших очагов местных аборигенов. Обычно присутствует лишь разная степень поверхностной закопченности прилежащих к очагу частей породы.

Почти вертикальные разрывы в толще так называемого «горизонта берега» (рабочее название археологов), сложенного несколькими горизонтами погребенных почв [Седов и др., 2010], включающих культурные слои с четко выраженными гравитационными деформациями, дали основание считать, что культурные слои были деформированы, иногда смещены в ходе «роста» бугров пучения (рис. 6). В связи с этим возникает необходимость проведения дополнительных исследований по уточнению стратиграфической последовательности культурных слоев. Следует отметить, что при археологических исследованиях уже были установлены важные отличия кремневого инвентаря из этих культурных слоев от изделий из кремня, извлеченных из более поздних археологических памятников этого района [Синицын, 2015].

Согласно результатам проведенных исследований, все известные месторасположения жилищ находились в приустьевых участках протоков, которые отличались друг от друга различной морфологией. При этом наиболее широкое днище (600 м) было лишь у Покровского лога, что при его длине всего около 2 км оставалось необъяснимым. У всех подобных или близких по морфологии эрозионных форм склонового морфогенеза отсутствовали в верховьях бассейны водосбора атмосферных осадков соответствующего возраста. Наблюдения в верховьях Покровского лога показали, что возникновение данных эрозионных форм рельефа было связано с выходом на дневную поверхность мощного подземного сеноманского водотока. Имеющиеся в них незначительные морфологические различия вполне укладываются в представления о разной интенсивности и длительности эрозионных процессов в различных приустьевых протоках. Таким образом, формы рельефа типа Покровского лога имеют две стадии развития. Первая – это режим реки подземного питания, которая при выходе из тоннельного режима мало чем отличалась от обычных рек, хотя гидрологический режим мог

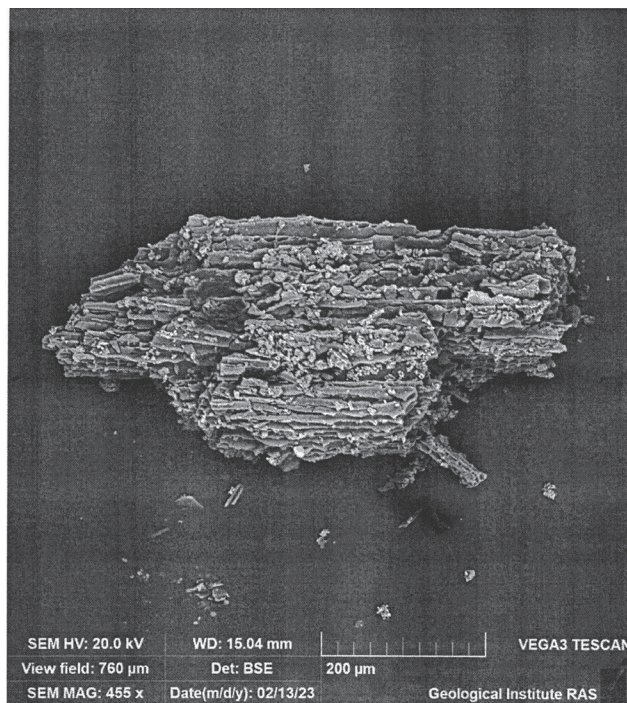


Рис. 5. Небольшой фрагмент древесного угля в верхней части мелкой линзы кирпично-красного флюида (фото: электронный микроскоп)

Fig. 5. A small fragment of charcoal at the top of a shallow lens of brick-red fluid (electron microscope photo)

иметь свою специфику. Вторая стадия – переход возникшей эрозионной формы на режим развития лога. Нередко исследователи данного района упускают из виду этот момент и в своем анализе используют лишь материалы, возникшие на второй стадии развития этих эрозионных форм склонового морфогенеза, хотя первая из указанных стадий вообще не имеет никакого отношения к склоновым эрозионным формам. Иными словами, некоторые склоновые эрозионные формы конкретно района окрестностей с. Костенки перешли на режим логов совсем недавно. В частности, эрозионная форма Покровский лог перешла на режим лога только в самом начале голоцена. Поэтому правильнее в данном случае относить эти эрозионные формы к приустьевым участкам подземной реки, притока р. Дон. При предлагаемом подходе становится объяснимой необычно большая ширина днища в современном Покровском логе. Отмеченная различная степень эрозионного воздействия на разных участках рассматриваемого локального района могла быть связана с относительной кратковременностью воздействия эрозионных процессов, что было обусловлено процессом миграции русла подземной реки. Не исключено, что полученные разные датировки могут отражать время суще-



Рис. 6. Фрагмент строения «глыбового горизонта». На снимке показан промежуток этого «горизонта», заполненный флюидом коричневого цвета, возникшего при смешении кирпично-красного и темно-серого флюидов. (Фото А.А. Синицына)

Fig. 6. Fragment of the structure of the “blocky horizon”. The image shows a gap in this “horizon” filled with a brown fluid that appeared when brick-red and dark gray fluids mixed. (Photo by A.A. Sinitsyn)

ствования водного потока подземного питания, что относится, прежде всего, к стоянке в Аносовском логе, поскольку фациального анализа отложений этой эрозионной формы пока не проводилось. Что касается двух стадий развития эрозионных форм для Покровского лога, то это подробно рассмотрено в работе [Лаврушин, Спиридонова, 2017]. В ней показано изменение направленности сеноманского подземного водотока, тоннельный режим которого в ходе эрозионных процессов резко изменился. В настоящее время устье подземной реки находится не у Покровского, а у лога Павлова.

Таким образом, полученные материалы позволили сформулировать некоторые выводы о возможных причинах первичного расположения поселений мигрантов непосредственно в окрестностях с. Костенки. Появившиеся здесь мигранты начала позднего палеолита размещали свои поселения на берегу подземного незамерзающего водного по-

тока, вышедшего из тоннеля. Это происходило в межленивые этапы подземной реки. Особенностью геологического строения территории окрестностей с. Костенки являлось наличие погребенного фрагмента гляциотектонической структуры субгляциальной литосферы донского ледникового покрова в виде, скорее всего, гляциокупола в толще сеноманских песчано-глинистых отложений. Вторым элементом проявления гляциотектонических преобразований явилась значительная гляциопротрузионная структура в виде гляциодайки. Во время последнего оледенения, в этапы проявления значительных гляциодинамических напряжений в субгляциальной литосфере, на поверхности погребенного фрагмента куполоподобной гляциоструктуры возникали не только бугры пучения, но и разрывы разного масштаба. По разрывам на поверхности куполовидной структуры происходили экстрезивные излияния высокobarических масс: воды и алевроито-глинистой пульпы пливунной консистенции, продуцировавших грязевые потоки, особенно привлекавшие животных МФК. Важно отметить, что упомянутые гляциотектонические деформации возникали в более поздний этап (W-2), а не в то время, когда здесь обитали первые мигранты. На склонах бугров пучения А.А. Синицыным было установлено наличие нескольких разновозрастных культурных слоев (хотя, наверное, уместнее говорить об «обрывках» культурных слоев). Обнаружение им же примерно на уровне культурных слоев ранних мигрантов почти полного скелета мамонта и так называемой «разделочной площадки для лошадей» позволяет полагать, что мигранты раннего этапа позднего палеолита располагали свои поселения вблизи потенциальных источников мясной пищи, хотя на родине их поселения находились в долинах небольших рек.

Подземные водные потоки, которые в своих приустьевых частях сменяли тоннельный режим на открытый, демонстрируют участие подземной гидросферы в балансе водного питания наземных рек. В свою очередь, значительные гляциодинамические напряжения, возникавшие в приповерхностной части земной коры, также воздействовали на различные элементы подземной гидросферы. В результате экстремально увеличивался расход воды в подземных реках, что приводило к мегапотокам, длительность которых могла превышать тысячу лет. Отсюда становится понятной значительная ширина днища долины Покровского лога, при его незначительной длине и отсутствии наземного бассейна водосбора и значительных притоков. Важной особенностью подобных подземных рек являлся переход тоннельных долин в открытый тип, что контролировалось возникновением педогенетических преобразований в пойменном аллю-

вии. По нашим представлениям, этот процесс был обусловлен в данной части долины большей развитостью боковой эрозии, что создавало предпосылки для обрушения кровли тоннелей. Начальным морфологическим индикатором рельефа, отражающим предстоящее обрушение кровли тоннеля, является возникновение линейных «трещин-оврагов» по латеральным краям сеноманского водного потока [Лаврушин, Спиридонова, 2017, рис. 6]. Подземная река во время последнего позднеледниковья изменила свое направление, и приустьевая часть долины превратилась в Покровский лог, в котором возникает лишь сезонный водоток и питание которого осуществляется главным образом за счет атмосферных осадков. Это позволяет полагать, что первоначальная ширина днища современного лога возникла в результате активного проявления эрозионно-аккумулятивных процессов в стадию тоннельного развития долины, а затем днище продолжило расширяться в фазу открытого этапа развития долины подземной реки после обрушения кровли тоннеля. Ранее [Краснов, Зарина, 1982] была сделана попытка связать образование широкого днища Покровского лога и размещение в нем поселений древнего человека с «заходом» одной из протоков р. Дон в данную эрозионную форму рельефа. Однако после обнаружения в приустьевой части лога гляциотектонической структуры в виде дайки, которая перегораживала поперек Покровский лог, эта идея потеряла актуальность.

О смене тоннельного режима приустьевого участка подземной реки на без тоннельный тип, свидетельствуют следующие факторы: 1) наличие проявлений палеопочвенного преобразования части пойменных отложений; 2) фиксация в разрезе нескольких культурных слоев (древнее культурного слоя 3 [Синицын, 2015 и др.]); 3) наличие в отложениях костных остатков мамонта и лошади; 4) кратковременные стоянки древнего человека.

Дополнительно необходимо отметить, что на склоне правобережья Дона имеется значительное количество эрозионных склоновых образований типа логов, но анализ их морфологического облика не позволяет говорить о значительной древности этих форм рельефа. Общей особенностью этих структур является отсутствие в их верховьях морфологически выраженных водосборных бассейнов и постоянных водотоков. Это заставило задуматься о специфике процессов образования этих эрозионных форм. В публикации [Лаврушин, 2021] их возникновение объясняли как процессом миграции приустьевых частей подземной реки, так и экстремально интенсивным выдавливанием высокобарических флюидов из разрывных деформаций на поверхности гляциотектонической структуры. Эти мощные локальные излияния подземного флюида

могли играть также значительную роль в процессе овражно-логового эрозионно-склонового расчленения сниженной поверхности уступа междуречья. И хотя данный вопрос несколько далек от основной тематики настоящей статьи, не исключено, что происхождение серии коротких оврагов или логов вблизи современного русла р. Дон может в дальнейшем заинтересовать исследователей с точки зрения участия подземных вод в формировании овражно-балочного рельефа на склонах междуречий.

В ходе проведенных исследований было установлено, что помимо «комфортных» природных предпосылок непосредственно на днище Покровского лога периодически возникали неблагоприятные природные события, которые препятствовали размещению долговременных местообитаний. К неблагоприятным событиям относятся периодически возникавшие экстремальные мегаполоводья, водная масса которых могла затопливать практически все днище приустьевой части долины, что было связано с затянутой разгрузкой элементов подземной гидросферы. Кроме того, часть поверхности днища Покровского лога была перегорожена гляциодайкой и затопливалась подпрудными водоемами. В процессе углубления лога эта структура была вскрыта эрозионными процессами и превратилась в плотину, которая способствовала неоднократному возникновению подпрудных водоемов. Спуск этих водоемов происходил по «щели» между плотиной и склоном междуречья в южном направлении вдоль простирания гляциодайки, а устье данного водного потока, впадавшего в р. Дон, находилось вблизи села Борщево. В конце межпаводковых эпизодов на днище проявлялись интенсивные склоновые процессы в виде как чешуеподобных сооружений, так и текущих грунтовых потоков, возникших в ходе гляциодинамических процессов и излияний инъективных пливунов глинисто-алевритового состава.

О значительной изменчивости расхода воды в подземной реке могут свидетельствовать также эрозионные формы рельефа, которые расположены вблизи выхода подземного водотока из тоннеля. На дневной поверхности современное русло ручья имеет V-образную форму глубиной до 4 м, врезанную в толщу писчего мела турона. Кроме того, несколько в стороне, но поблизости имеются две короткие замкнутые эрозионные котловины удлиненной формы, которые полностью прорезают толщу писчего мела мощностью до 10 м. Допускается, что данные котловины отражают менявшееся положение выходов подземной реки из тоннеля, обладавшего бурным течением и экстремальным расходом воды. Стоит добавить, что в настоящее время летом постоянный водоток в русле лога По-

кровского отсутствует, лишь на днище имеются разрозненные «бочажины», заполненные водой.

Особенности геологического строения археологического памятника Костенки-14

Археологический памятник Костенки-14 находится на так называемой Маркиной горе, расположенной в непосредственной близости от право-

бережного уступа Покровского лога. К этому же участку междуречья приурочено устье небольшого лога, являющегося притоком Покровского лога. Публикация данного разреза в настоящей статье обусловлена тем, что в нем демонстрируется роль погребенного фрагмента гляциоструктуры купольного типа, возникшей в субгляциальной литосфере донского ледникового покрова. Мы предполагаем, что это был важнейший источник грязевулкани-

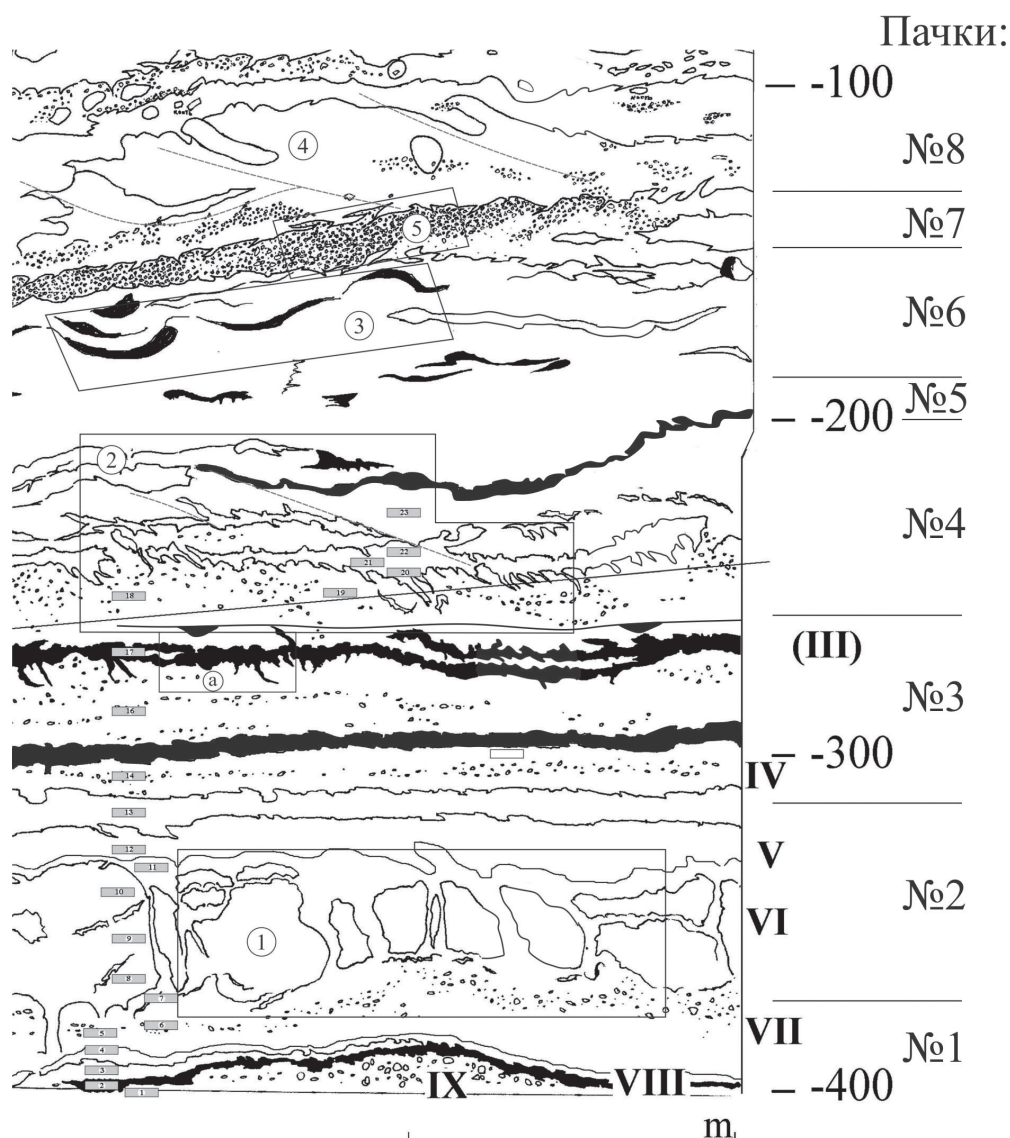


Рис. 7. Фрагмент зарисовки описанного разреза расчистки (описание в тексте). Выделенные на рисунке 5 фрагментов пояснены в тексте: 1) «глыбовый» горизонт; 2) 4-«этажное» нагромождение «леит» склоновых образований; 3) «разорванные» знаки внутрипластового скольжения в толще отложений под скользящим оползневый блоком; 4) 5-чешуйчато-построенные отложения оползневый блока; 5) растащенные образования руслового аллювия из русла лога-притока (зарисовка А.А. Синицына; генезис по Лаврушину Ю.А.).

Fig. 7. A sketch of a fragment of the described clearing section (description in the text). The 5 fragments highlighted in Figure 5 are explained in the text: 1) “blocky” horizon; 2) “4-storey” heap of piling up lays on slope formations; 3) “broken” signs of intrastratal slip in the sediments mass under the landslide block; 4) 5-scale-constructed deposits of the landslide block; 5) displaced formations of channel alluvium from the tributary ravine (sketch by A.A. Sinitsyn; genesis according to Yu.A. Lavrushin)

ческих образований в окрестностях с. Костенки, которые в наибольшей степени по своему составу привлекали животных МФК. Литолого-фациальное изучение отложений, перекрывающих фрагмент гляциотектонической структуры, позволило получить представление как об особенностях гидрологического режима подземной реки, так и о постседиментационных преобразованиях этих отложений, возникших в процессе роста бугров пучения и разрядки гляциодинамических напряжений разного типа. Описание разреза (снизу вверх) дается с использованием не только личных наблюдений, но и опубликованных материалов А.А. Синицына, А.А. Величко и др. исследователей (рис. 7).

Пачка 1 (интервал 4.00–3.70 м). Опесчаненный алевроит темно-серого цвета, насыщенный мелкой щебенкой писчего мела. На некоторых участках разреза в пачке отчетливо выражено облекающее строение отложений над поверхностью бугра пучения, что отражает процесс роста бугра пучения после накопления отложений рассматриваемой пачки. В других частях разреза этот же процесс представлен разрывными вертикальными деформациями. Опесчаненный алевроит с мелкой щебенкой отнесен к образованиям пойменного аллювия. Содержание мелкой щебенки писчего мела «плавающего» типа несколько не противоречит такой интерпретации генезиса отложений, поскольку писчий мел отличается не только малым удельным весом, но и высокой пористостью. Это обуславливало возможность транспортировки мелкой щебенки в пойменном водном потоке в виде своеобразных плывущих «поплавок». Обогащение пойменных образований данного типа щебенкой было вызвано активным размывом вблизи выхода из тоннеля подземной реки толщи писчего мела турона, что отмечалось выше в виде наличия крупных замкнутых котловин.

Пачка 2 (интервал 3.70–3.20 м). Крупные уплотненные глыбы алевроито-глинистого состава, серого и темно-серого цвета. Глыбовая структура отложений пачки возникла в результате мощного давления, возникшего в ходе роста зарождающегося бугра пучения, что привело к разрыву пласта на отдельные глыбы. Уплотненность отложений была обусловлена наличием, видимо, гидроморфных карбонатов. Этот процесс сопровождался инъективными излияниями флюидов из погребенного фрагмента гляциотектонической структуры субгляциальной литосферы донского оледенения под воздействием гляциодинамических напряжений, возникших в толще субгляциальной литосферы последнего оледенения. Важно отметить, что межглыбовые пространства и перекрывающие глыбы образования были также представлены флюидом алевроито-глинистого состава, но совершенно дру-

гого цвета. В межглыбовых пространствах это были образования коричневатого-серого, а иногда даже кирпично-красного цвета. Последние встречаются также в центральной части небольших бугров пучения (рис. 8), отражая частично их внутреннее диапировидное строение. По нашим представлениям, в гляциотектонической структуре флюиды были представлены двумя типами. В верхней части гляциотектонической структуры это были флюиды плавунной консистенции серого и темно-серого цвета, а в нижней части кирпично-красные алевроито-глинистые отложения, обогащенные зернистым фосфором (зернистый фосфат). Такая последовательность выделения флюидов следует как из анализа строения относительно небольших бугров пучения, так и из наличия в темно-серой массе мелких линз флюида кирпично-красного цвета (рис. 8). Излияния пульпы на палеодневную поверхность происходили по разрывам на поверхности погребенного фрагмента гляциотектонической структуры. Что касается коричневатого-серого цвета образований, перекрывающих «глыбовый горизонт» – возникновение окраски этих образований, как нами предполагается, связано с про-

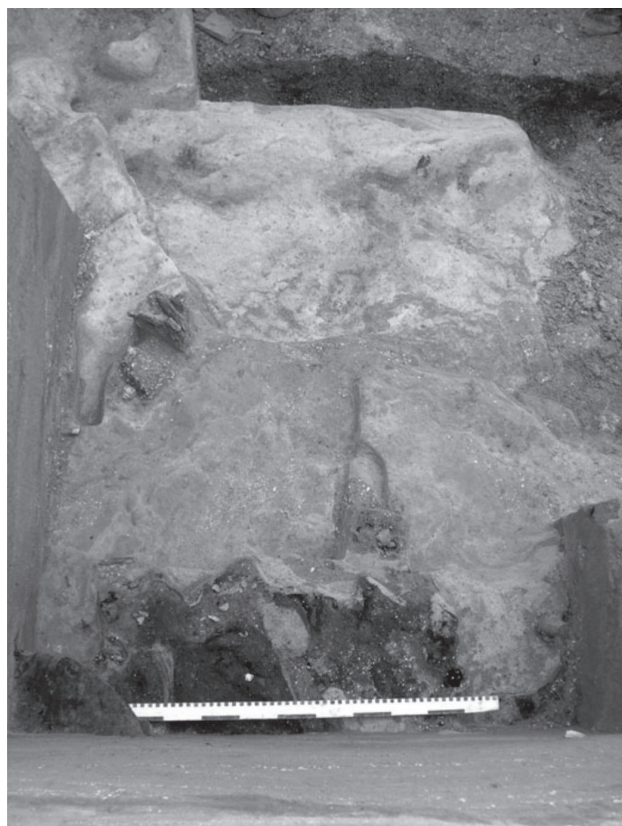


Рис. 8. В полость в «глыбовом горизонте» снизу под давлением был внедрен коричневатый-серый флюид.

Fig. 8. A brownish-gray fluid was introduced into the cavity in the “blocky horizon” from below under pressure

цессом интенсивного смешивания двух различно окрашенных флюидов.

О консистенции пульпы имеется очень ограниченное количество данных. Судя по тому, что в межглыбовых промежутках встречаются небольшие обломки, сорвавшиеся с граней глыб, имеющих иногда вертикальное положение, допускается, что пульпа могла быть пастообразной по консистенции, т.е. более плотной в кирпично-красном флюиде. Стоит также напомнить, что инъективная пульпа являлась источником образования склоновых грязевых грунтовых потоков [Лаврушин и др., 2015].

На основании имеющегося материала можно говорить о буграх пучения малого и крупного размера. На представленной фотографии (рис. 8) можно видеть центральную часть малого бугра, которая была сложена красновато-коричневыми алеврито-глинистыми отложениями (суглинком). Латеральные части бугра закрыты алеврито-



Рис. 9. Фрагмент разреза, демонстрирующий моноклиналное залегание слоев в латеральной части бугра.

Fig. 9. Section part demonstrating the monoclinical occurrence of layers in the lateral part of the knob

глинистыми отложениями, имеющими темно-серый цвет. Одной из важнейших особенностей флюидов была их высокobarическая особенность. Таким образом, можно полагать, что разрядка значительных гляциодинамических напряжений сопровождалась не только разрывами «глыбового» пласта, но и заполнением флюидной пульпой (коричневого или красно-коричневого цвета) возникших межглыбовых промежутков и перекрытием «глыбового горизонта» смешанными флюидами. Важно отметить, что между кровлей излившегося пльвуна алеврито-глинистого состава и вышележащими пойменными отложениями был перерыв в осадконакоплении, длительность которого пока не известна. Также необходимо отметить, что в уплотненных глыбах некоторые исследователи [Седов и др., 2010; Holliday et al., 2007] выделяют горизонты погребенной почвы А и ВСк. При этом трактовка генезиса этих горизонтов различается: Холлидеем с соавторами было высказано мнение об их гидроморфном генезисе, а Седов с коллегами настаивал на их литоморфном органно-аккумулятивном происхождении. При этом аргументация, приводимая последними, звучит не очень убедительно. Нами не исключается, что выделенный горизонт А, в котором органического вещества всего около 1%, несмотря на темно-серый цвет, вообще не имеет отношения к палеопочвенным образованиям (о чем можно думать по приводимым аналитическим данным) а является также флюидом, излившимся из погребенной гляциотектонической структуры. Необходимо добавить, что имеющиеся в пачке иногда пластоподобного типа скопления мелкой щебенки (плохо окатанных галек) писчего мела, скорее всего, связано со «сбросом» этих образований из притока ручья (лога), лога Покровского. Частичное «внедрение» этого грубого материала в нижнюю часть толщи прослоев флюидов связано с постседиментационными процессами, обусловленными процессами скольжения, возникшими в результате проявления гляциодинамики.

Пачка 3 (интервал 3.20–2.40 м). Пойменные отложения, имеющие моноклиналное залегание и представленные преимущественно рыхлыми алевритами, в которых содержатся мелкие обломки писчего мела. В алевритовых прослоях имеются линзовидные включения линейного типа распределения щебенчатых плохо окатанных обломков писчего мела. Моноклиналное залегание отложений с незначительным углом падения (всего 6–8°) и особенности строения склоновых образований дают основание полагать, что данные отложения, скорее всего, относятся к латеральной части чехла, перекрывавшего крупный бугор пучения, центральная часть которого оказалась позднее уничтожена эрозионными процессами (рис. 9). В дан-

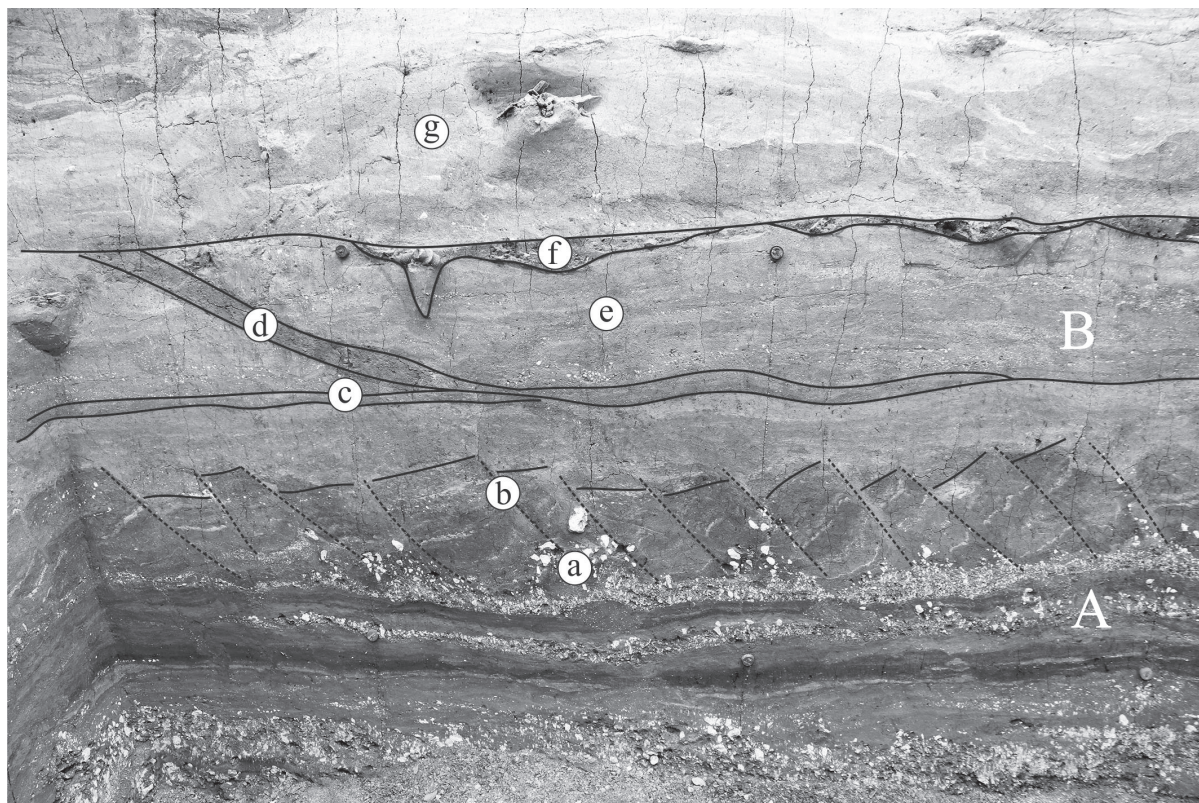


Рис. 10. Постседиментационные преобразования в отложениях описанного разреза: b – система сбросов; a – внедрение щебенки писчего мела в процессе конволюции; c, d – прослои линз трения внутрипластовые потоки; e – отложения подпачки Б-образований мегапотоков; f – сохранившиеся фрагменты пачки потоковых образований флюидов; g – нижняя часть отложений ложа плывуна возникшего под двигавшимся оползневым блоком.

Fig. 10. Postsedimentary transformations in the deposits of the described section: b – system of faults; a – the introduction of gravel of writing chalk in the process of convection; c, d – interlayers of friction lenses of in-situ flows; e – deposits of sub-set B-formations of megafloods; f – preserved fragments of a set of stream formations of fluids; g – lower part of the deposits of the bed of quicksand that appears under the moving landslide block

ной пачке было выделено две подпачки пойменных отложений, отделенных друг от друга перерывом (рис. 10).

Подпачка А. Представлена чередованием осветленных слоев, обогащенных линзовидными скоплениями мелких обломков писчего мела, и слоев темно-серого алевроита. Видимая наибольшая мощность первого снизу слоя мелкого обломочного материала писчего мела не превышает 25–30 см. Максимальная мощность слоя алевроита, перекрывающего этот слой, не более 20 см (рис. 10А). Перекрывает данный слой вновь прослоем обломочного материала мощностью до 10 см. Завершается разрез подпачки слоем темно-серых алевроитов (мощность 35 см), в котором выделено до 3 последовательных проявлений педогенетических образований [Седов и др., 2010]. Характерной особенностью данного слоя является наличие в нем структурных элементов сбросов, с почти постоянным углом сместителя. Это может быть связано с реакцией более уплотненных отложений на воздей-

ствие гляциодинамических напряжений, возникших в толще субгляциальной литосферы времени последнего оледенения. Одним из дополнительных индикаторов проявления этого процесса являются обнаруженные в разрезе кровли данной подпачки мельчайшие постседиментационные поперечные сбросы. Следует обратить внимание на особенности строения алевроитовых прослоев, в частности, на гнездоподобное обогащение алевроита наиболее крупной щебенкой писчего мела. Чаще всего подобные включения бывают приурочены к нижним и средним частям глинисто-алевритовых прослоев, особенно к участкам, прилегающим к плоскостям сместителей (рис. 10а). Подобная приуроченность такого типа включений к разрывным деформациям может быть связана с локальным повышенным размягчением алевроита вблизи разрывных нарушений. В отложениях данной подпачки имеются два прослоя пульпы (мощностью 5–6 см (на рис. 7 закрашены черным цветом, совершенно без включений писчего мела). Эти образования были отложены

в межленные этапы. Несколько повышенная мощность алевроитовых прослоев в данной подпачке может отражать существовавшие значительные излияния инъективных флюидов, которые происходили также и в половодье. В верхнем прослое флюида по результатам палеомагнитным исследований (Синицын А.А.) был обнаружен палеомагнитный экскурс, который по результатам датировок методом С-14. может коррелироваться с известным экскурсом Лашамп. К сожалению, данный почвенный горизонт в свое время подвергался значительному по интенсивности процессу скольжения, в ходе которого могла произойти переориентация магнитных частиц. В этом слое хорошо видна даже возникшая однонаправленная ориентировка крупных обломков писчего мела (рис. 11).

Подпачка Б (рис. 10). Представлена толщей тонко-линзовидно-наслоенных алевроитов, насыщенных крошкой и мелкими обломками писчего мела и имеющих моноклиальное падение. В стенке разреза имеются два тонких прослоя алевроито-

глинистого материала, которые оконтуривают два «внутрипластовых» постседиментационных грунтовых потока (слои d и c на рис. 10). Эти прослои содержат в верхних своих частях заметно меньшее количество мелких обломков писчего мела и в целом рассматриваются нами в качестве «глин трения», отражающих процесс внутрипластового движения. Необходимо отметить, что верхний контакт прослоя d имеет волнистый тип, что также может служить в качестве дополнительного индикатора, отражающего проявление скольжения вышележащих отложений. Возникновение внутрипластовых грунтовых потоков также связывается нами с проявлением гляциодинамических напряжений, возникших в толще субгляциальной литосферы времени последнего оледенения.

Пока напрашивается единственное объяснение подобных гнездоподобных включений как остаточных образований, возникших в процессе динамической внутрислойной ассимиляции прослоя щебенки писчего мела. В целом отложения

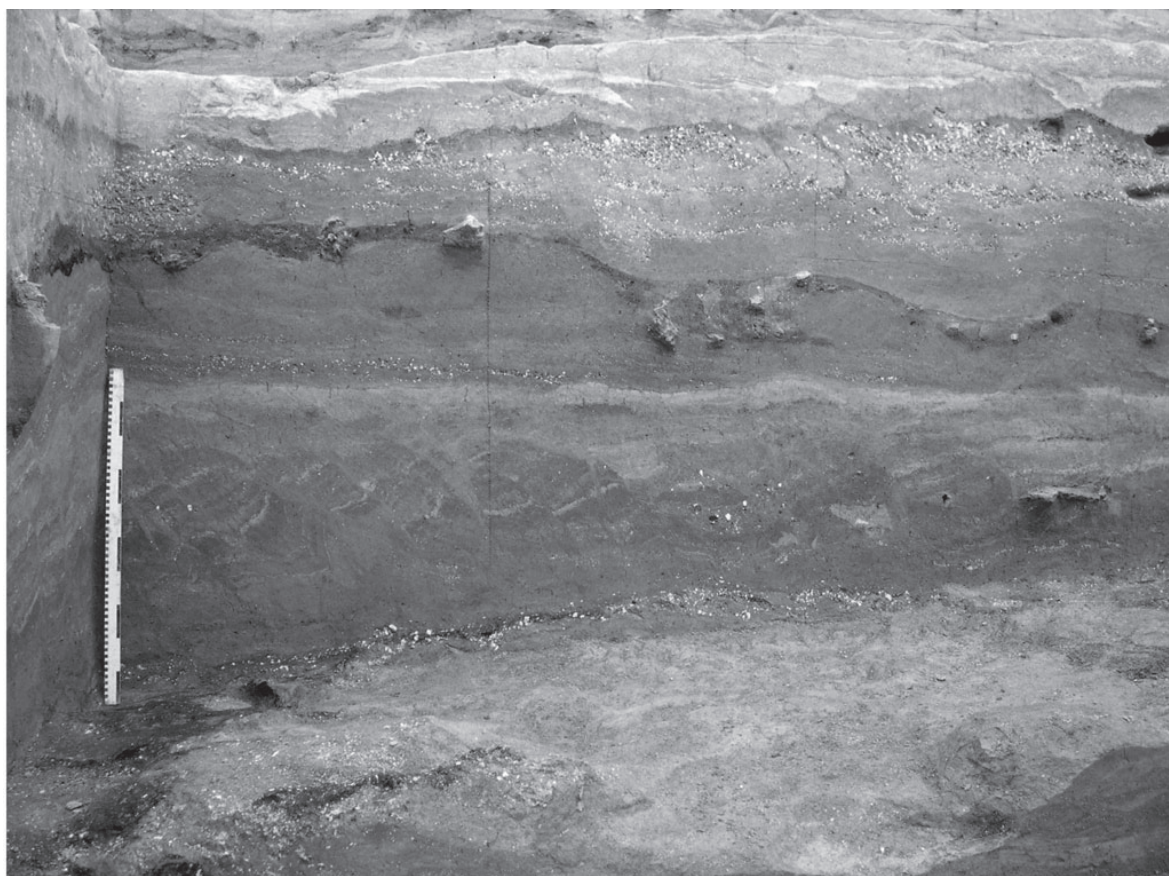


Рис. 11. Фрагмент погребенной почвы с линейными знаками процесса скольжения, в основании которой был обнаружен палеомагнитный экскурс. Внутри «почвы» имеются крупные удлиненные обломки писчего мела. Ориентировка обломков одинаковая.

Fig. 11. Part of buried soil with linear marks of the sliding process, at the base of which a paleomagnetic excursion was discovered. Inside the “soil” there are large elongated fragments of writing chalk. The orientation of the debris is the same

данной подпачки были отнесены к образованиям меганаводнения, продолжительность которого могла составить, по имеющимся С-14 датировкам перекрывающих и подстилающих культурных слоев, около 1000 лет. Важнейшим фактором возникновения столь продолжительного половодья были главным образом не палеоклиматические события, а процессы гляциодинамики, в частности, этапы активной гляциодинамики, оказывавшие влияние на различные элементы подземной гидросферы. Верхний контакт отложений подпачки резкий, с размывом.

Пачка 4 (интервал 2.55–2.00 м). Склоновые отложения, представленные сложным нагромождением 4–5 чешуеподобных «лент», лежащих друг на друге. Поскольку формирование подобных образований заслуживает отдельного обсуждения, механизм их возникновения будет рассмотрен в специальном разделе настоящей статьи.

Пачка 5 (интервал 2.00–2.05 м). Прослой пульпы темно-серого цвета (рис. 10), совмещен с культурным слоем 1Уб1. Это линзовидные, прерывисто залегающие отложения, представленные темно-серой глиной, мощностью не более 10 см. Нижние контакты имеют иногда угловато-эрозионную форму, что позволяет предполагать существование потоковых алеврито-глинистых образований, которые, возможно, являются излившейся пульпой, заполнившей неглубокие эрозионные врезы. Верхний контакт данной пачки резко срезан вышележащими отложениями.

Пачка 6 (интервал 2.05–1.50 м). Опесчаненные алевриты серовато-желтого цвета, который отличает их от всех нижележащих отложений, с неясным типом слоистости, хотя в стенке разреза имеются сохранившиеся фрагменты линейных знаков скольжения. Иных признаков, позволяющих судить о генезисе данных отложений, пока не имеется. Наличие в данной пачке разорванных фрагментов линейных знаков скольжения позволяет допустить, что в накоплении рассматриваемых отложений принимал участие процесс скольжения. Его кинематика могла быть обусловлена движением оползня, блок которого оказался сброшенным из устьевой части долины притока (рис. 7/3). В таком случае рассматриваемые отложения можно отнести к образованиям грунтового потока, возникшего в основании движущегося оползневой блока. Для получения более весомых аргументов о генезисе данных отложений необходимо проведение дополнительных исследований.

Пачка 7 (интервал 1.50–1.30 м). Фрагмент руслового аллювия притока Покровского лога, представлен несколько растащенным плохо окатанным галечником писчего мела. По своей форме пачка галечника несколько приплюснута, что, возможно,

отражает процесс растаскивания этого фрагмента двигавшимся оползневой блоком (рис. 7/5)

Пачка 8 (1.3–1.00 м). Чешуйчато-построенные отложения днища притока Покровского лога, расположенные непосредственно в пределах местонахождения археологического памятника Костенки-14. Эти образования, которые слагают оползневой блок, представлены желтовато-серым суглинком и имеют все необходимые индикаторы пойменного аллювия. Установлено наличие преобразований двух типов, возникших в процессе блокового скольжения оползня. Во-первых, это чешуйчатая структура блока, которая представлена прислоненными друг к другу боковыми краями возникших чешуй. Во-вторых, это наличие в нижней части блока неясно ограниченных галечных включений, что является следствием ассимиляционного процесса (рис. 7/4). В отличие от чешуй, которые участвуют в строении склоновых образований, в чешуях оползневой блока отсутствуют проявления кливажа.

Пачка 10 (1.00–0.00 м) (см. рис. 12). Лессовидные суглинки желтовато-серого цвета, перекрытые голоценовым черноземом (по данным предыдущих исследователей). В основании данной пачки имеется палеопочвенный горизонт, в котором был выделен культурный слой 1, датированный методом С-14 около 23 000 лет назад [Синицын, 2015]. Эти образования могут представлять собой инъективные излияния некоторой части грунтовых потоков. Для уточнения генеза требуется проведение дополнительных исследований. В дальнейшем не исключено выделение палеопочвы с культурным слоем 1 в отдельную пачку отложений.

Таким образом, изученный разрез имеет достаточно сложное геологическое строение. В разрезе имеются несколько перерывов в осадконакоплении. Имеются разного типа постседиментационные преобразования. В генетическом плане преобладают отложения пойменного аллювия, среди которого выделено два типа: пойменные образования, обусловленные палеоклиматическими сезонными событиями, и пойменные отложения меганаводнений (подпачка В), возникших вследствие воздействия гляциодинамических процессов на элементы подземной гидросферы в толще субгляциальной литосферы. Продолжительность этого типа наводнений, по предварительным данным, могла достигать 1000 лет. Имеются также прослои, образованные грунтовыми потоками флюидов. С проявлениями гляциодинамических напряжений связано также образование различного типа бугров пучения на поверхности подземного фрагмента субгляциальной литосферы донского оледенения, а также разрывных деформаций, из которых происходило инъективное излияние высокobarических флюидов,



Рис. 12. Верхняя часть разреза: чернозем, отложения пльвинного потока, погребенная почва + культурный слой 1.

Fig. 12. Upper part of the section: chernozem, quicksand stream deposits, buried soil + cultural layer 1

как в виде пльвинов, так и в виде высокобарической воды. Вода, протекая по рыхлым пойменным образованиям, частично ассимилировала их и превращалась в грунтовой грязевый поток.

В изученном разрезе, кроме аллювиальных и склоновых отложений, выделены образования оползневого блока, слагающие вершину Маркиной горы. При этом в изученном разрезе, помимо образований собственно оползневого блока, выделены отложения ложа оползневого блока, которые возникли в процессе его движения.

Важно также отметить, что каких-либо проявлений или индикаторов существования вечной мерзлоты ни нами, ни другими исследователями не обнаружено. Тем не менее, археологическое постулирование существования этого природного явления продолжается. Конечно, в среднем и позднем валдае, на основании палеоботанических и палеозоологических данных, выделяются гло-

бальные продолжительные холодные как неледниковые, так и ледниковые интервалы. Однако в данном районе каких-либо проявлений процессов деградации многолетнемерзлых пород, по которым устанавливается существование вечной мерзлоты в прошлом, пока не обнаружено. Упомянутые интервалы составляют особые палеоклиматические ритмы, имевшие отношение к специфическим интервалам природной среды. Среди них выделено продолжительное холодное предледниковье или даже холодное межледниковье (например, W-3), а также перигляциальный интервал изотопной стадии (W-2). Специфика строения покрова четвертичных образований времени W-2 в пределах части перигляциальной зоны, прилегающей к границе максимума распространения ледникового покрова, состоит в наличии: 1) выдавленных из-под края ледникового покрова пльвинных песчаных образований, близких к флювиогляциальным от-

ложениям, которые отнесены к гляциоэкструзивному типу; 2) грунтовых плывунов, излившихся на дневную поверхность в виде так называемых покровных суглинков (или совокупности прослоев песок + покровный суглинок) через возникшие трещинные или полостные разрывные нарушения. Выдавленные песчаные образования (первый тип) происходят из верхней части субгляциальной литосферы, а образования второго типа, обусловленные инъективным выдавливанием упомянутых покровных суглинков или допускаемой «совокупности», происходят из средних и даже нижних частей субгляциальной литосферы. Таким образом, в строении покрова четвертичных отложений принимают участие не только экзогенные, но и малоглубинные гляциотектонически преобразованные субгляциальные отложения в виде покрова песчаных образований и выдавленных пластово-поточковых грунтовых плывуновых образований, так называемых покровных суглинков или совокупных осадочных стратогенов, состоящих из слоя песка + пласта покровного суглинка.

Что касается холодных предледниковий (или холодных межледниковий), то предполагается, что эти палеоклиматические события проявлялись не только в позднем неоплейстоцене, но, видимо, и раньше, например в раннем и среднем плейстоцене, в некоторых районах, в которых по результатам палеоботанических исследований выделяются холодные безлесные интервалы, связанные с древними оледенениями. При этом собственно ледниковых отложений в виде донных морен или каких-либо других седиментационных образований обычно не приводится. Представляется, что исследования в данном направлении могли бы представлять значительный интерес для палеоклиматологии, стратиграфии и ледниковой истории четвертичного периода.

Важной особенностью строения рассматриваемых отложений является наличие в разрезе перерывов в осадконакоплении, деформаций гравитационного сдвига в виде проявления процесса скольжения. Один из перерывов в осадконакоплении фиксируется в изученном разрезе примерно на глубине 2.65 м и представлен мелкими очень узкими клиновидными трещинами усыхания. Полости трещин усыхания заполнены алевроитоглинистым материалом плывуна без крошки писчего мела, что позволяет рассматривать эти образования в качестве отложений флюида, излившегося из внутренней части фрагмента гляциоструктуры субгляциальной литосферы донского оледенения. Проявления процесса скольжения четко представлены в разрезе на глубине 1.3 м в основании верхнего фрагмента чешуйчатого строения толщи склоновых образований и примерно на глубине

1.5–1.6 м. В обоих случаях проявления процесса скольжения представлены волнистыми шифероподобными контактами, которые в публикации [Лаврушин, 2021] выделены в виде индикаторов так называемых линейных знаков скольжения. Различия между ними в данном разрезе состоят лишь в том, что на глубине 1.5–1.6 м этот тип контакта был деформирован (разорван). Допускается, что опесчаненные отложения данной пачки являются образованиями грунтового потока, «вытекавшего» из Сеняевского лога.

К общим особенностям строения изученного разреза также относится наличие в его верхней части пойменных руслоподобных отложений в виде зарождающихся гравитационных грунтовых потоков (рис. 10). Не исключается, что это является результатом вторичного воздействия гляциодинамических процессов на внутрипластовые потоковые грунтовые образования. Тонкие прослои, так называемые «глины трения», имеющиеся в латеральных частях подобных потоков, отражают проявление кинематики, т.е. эти глины трения дают основание полагать, что эти постседиментационные образования не стояли на месте, а текли (двигались).

Как известно, пойменных образований без руслового аллювия не бывает. В связи с этим необходимо отметить, что у подножия левого борта этой толщи руслового аллювия может коррелироваться с рассматриваемым пойменным аллювием.

Таким образом, среди пойменных образований было выделено два типа: «климатогенный пойменный аллювий», возникающий в ходе сезонных климатических изменений, и пойменный аллювий «длительных меганаводнений» в подземных водных потоках, являющийся продуктом воздействия гляциодинамических напряжений на подземную гидросферу. В отложениях «климатогенного» пойменного аллювия в разрезе четко выделяются элементарные циклы осадконакопления. Полный цикл состоит из трех элементов, видимо отражающих строение потока наносов пойменного аллювия. Первый элемент – это прослой опесчаненного суглинка с крошкой писчего мела, второй – темно-серый суглинок, в котором «плавают» транспортируемые обломки писчего мела гравийной размерности. Мощность подобных прослоев обычно не превышает 10 см, но иногда может достигать 30 см. Их формирование может быть связано с повышенным поступлением дополнительного материала в поток наносов пойменных вод за счет изливавшихся флюидов из гляциоструктурных образований, имевшихся в толще субгляциальной литосферы. По нашим представлениям, эти два элемента отражают динамику потока наносов в половодном потоке. Но если первый элемент отражает стадию

подъема уровня половодья, то второй соответствует стадии спада уровня воды и, соответственно, замедления скорости течения половодного потока. Наконец, иногда в разрезах и на дневной поверхности поймы встречаются неглубокие плоские по форме западины, днище которых выстлано светло-серым «мучнистым» слоем белесого карбонатного суглинка. Мощность подобных прослоев чаще всего составляет 3–5 см, в отдельных случаях больше. По нашим представлениям, накопление прослоев белесых суглинков происходило в плоских отрицательных понижениях (лужах) на поверхности поймы, а несколько необычный цвет может быть объяснен как застойной обстановкой седиментации, так и повышенным содержанием в воде карбонатной составляющей.

Второй тип пойменных образований – это пойменный аллювий меганаводнений, возникавших в этапы гляциотектонического воздействия на подземную гидросферу. Он слагает отчетливо выделяющиеся в разрезе тонкополосчатые линзовидные прослои разного гранулометрического состава. Мощность подобных наслоенных линзовидных прослоев не превышает 4–6 см. Это в основном в разной степени опесчаненный супесчано-суглинистый материал. Интересно, что данный тип наслоенных пойменных отложений имеет повышенную мощность 1.0–1.2 м.

Супесчано-суглинистый состав данного пойменного аллювия позволяет полагать, что в водном потоке отсутствовала или, точнее сказать, находилась в зачаточной форме дифференциация материала по гранулометрическому составу. Весь материал потока наносов находился во взвешенном состоянии. Поток наносов отличался значительной плотностью и, видимо, в какой-то степени мог приближаться к ламинарному типу. Отмеченная линзовидная наслоенность, возможно, отражает не только мелко-пульсирующую динамику потока, но и линейный тип гофрировки ламинарной расчлененности структуры водного потока, который привел к отсутствию текстурных узоров внутри возникающих линз. Отсюда можно сделать вывод, что консистенция водного потока могла приближаться к глеевому типу. Более того, в подобном типе водного потока понятие «поток наносов» становится даже излишним, поскольку весь транспортируемый материал находится во взвешенном состоянии. Учитывая, что преобладающая «высота» линзовидного узора составляет всего 5–6 см и внутри линз почти отсутствует седиментационная текстура, представляется оправданным считать данный тип линзовидности результатом линейного типа седиментационного трения в потоке ламинарного течения перегруженным количеством транспортируемого «взвешенного» материала. Все

вышеизложенное показывает, что процесс осадконакопления рассматриваемого типа пойменных образований, несомненно, требует дальнейшего тщательного изучения.

Особенности строения и формирования склоновых образований

В изученном районе склоновые образования приурочены главным образом к днищам эрозионных форм рельефа, а основным фактором развития склонового седиментогенеза являлись малоглубинные, инъективные, высокобарические флюиды разной консистенции: от грунтовых плывунов до экструзивной водной массы. Роль атмосферных вод совершенно незначительна, а значение поверхностных плывунов, как это распространено в области многолетней мерзлоты при формировании так называемого деятельного слоя, полностью отсутствует. В Покровском логе было выделено два типа склоновых образований: грязевые потоки и чешуйчато-построенные «ленты», уплотненные или даже очень слабо сцементированные гидрогенными или, как считают ряд исследователей, почвенными карбонатами. Иногда эти «ленты» образуют 4–5-этажные постройки (рис. 7/2). В окрестностях с. Костенки образование грязевых грунтовых потоков обусловлено наличием погребенного фрагмента гляциоструктуры купольного типа субгляциальной литосферы донского оледенения, наполненного высокобарическими флюидами. Гляциотектонические напряжения, возникавшие в толще отложений субгляциальной литосферы последнего ледникового покрова, способствовали образованию разрывных нарушений на поверхности погребенной структуры и, соответственно, вызывали гравитационное инъективное растекание по дневной поверхности флюидов, являвшихся, по существу, уже грязевыми грунтовыми потоками. Упомянутый фрагмент гляциоструктуры состоял в основном из отложений алевроито-глинистого состава, часть из которых имела кирпично-красный цвет, а другая часть была темно-серой, почти черной. В связи с воздействием гляциодинамических напряжений в толще отложений субгляциальной литосферы последнего ледникового покрова, рассматриваемый погребенный фрагмент более ранней субгляциальной литосферы донского оледенения также подвергся гляциострессовым напряжениям. Это отразилось не только в возникновении разрывных нарушений, но и в образовании бугров пучения разного масштаба. При излияниях высокобарической воды под подошвой уплотненных поверхностных слабо сцементированных образований происходило образование родниково-фонтанирующих мелких водных бассейнов, которые способство-

вали также возникновению грязевых грунтовых потоков за счет ассимиляции рыхлых пойменных образований. Различия между этими двумя типами потоков могли быть только в вещественном составе. Во «флюидном» типе потоков должно было быть существенно меньше, например, мелких включений писчего мела, поскольку эти потоки состояли в основном из дотортонских образований. Не исключено, что между «флюидными» и «фонтанирующими» грязевыми потоками имеются также некоторые различия и по составу глинистых минералов, но исследования в этом направлении пока не завершены. Кроме того, в составе одного из «флюидных» потоков кирпично-красного цвета имеется зернистый фосфор.

Важно отметить, что воздействие гляциодинамических напряжений на поверхностную уплотненную слабо сцементированную «корку» привело к определенным преобразованиям. Напряжения вызывали разрушение поверхностной «корки» на крупные обломки чешуйчатой формы, что, возможно, было обусловлено направленностью их воздействия на уплотненный поверхностный слой под некоторым углом, почти по касательной. В результате интенсивных процессов сжатия, внутри поверхностной уплотненной корки возникал кливаж, однонаправленная текстура которого представлена тонкопластинчатой расслоенностью в крупных чешуйчатых обломках; при этом наклон расслоенности совпадает с углом наклона краевых граней чешуй. Аналогичный наклон под тем же углом свойствен также полосчатым концентрациям мелких фрагментов писчего мела (рис. 7).

Среди чешуйчато-построенных образований было выделено два типа: «одноэтажные» постройки и «многоэтажные» сооружения (рис. 7/2). В ходе анализа имеющегося материала было установлено, что для чешуйчато-построенных образований характерен ряд индивидуальных особенностей строения, которые обусловлены проявлениями процессов сдвига и сжатия. Характерными литоиндикаторами этих образований являются: (1) чешуйчатое строение в виде сдвинутых, частично наложенных друг на друга чешуй; (2) особенности морфологии нижних и верхних контактов. Нижний контакт имеет так называемый «бородатый» облик, выраженный в виде узких, нередко клиновидных выступов, внедряющихся в нижележащий аналогичный прослой (рис. 7/2). Верхнему контакту свойственна мелкая асимметричная волнистость, которая осложнена иногда разрывами-углублениями в верхней части чешуй. Перечисленные особенности строения чешуйчато-построенных образований и сравнительный анализ их состава позволили сформулировать следующие выводы: а) чешуи образованы из отложений, сла-

гающих приповерхностные части толщ, сформированных в завершающие эпизоды половодного режима подземной реки; б) от ниже залегающих пойменных отложений приповерхностные образования отличаются своей уплотненностью или слабой цементацией почвенными карбонатами, возникшей, возможно, в стадию аридизации палеоклимата; данные палинологических исследований не противоречат высказанным предположениям; в) внутреннее строение чешуй (наклон пластинчатоподобной текстуры, частичное наложение чешуй друг на друга, особенности контактов) является следствием проявления склонового седиментогнеза, обусловленного гляциодинамическими процессами сдвига и сжатия. Подавляющее большинство отмеченных особенностей отражают напряжения сдвига, которые возникали в процессе аккумуляции рассматриваемых образований. Среди этих особенностей наиболее неожиданным является обнаружение так называемого «бородатого облика» нижних контактов чешуй, практически полностью идентичного проявлениям гравитационного кливажа, к которым они и были отнесены в результате нашего анализа. Представляется интересным, что в структурах «нагромождения» чешуйчато-построенных образований, состоящих из нескольких этажей, наблюдается значительно меньшая развитость «бородатости» нижних контактов верхних этажей. Этот факт еще ждет своего объяснения.

Необходимо также кратко пояснить наши представления о возникновении «многоэтажности» чешуйчато-надвиговых построек. Как отмечалось выше, для аллювиальных отложений рассматриваемого разреза характерно моноклинальное залегание, которое возникло в латеральной части крупного бугра пучения. По нашему мнению, возникновение «многоэтажности» было приурочено к резкому перегибу поверхности бугра, которая в процессе выдавливания стала более крутой. Одновременно, в ходе разрушения так называемой поверхностной «корки», на крутом склоне бугра происходило образование «окна», заполненного текущим флюидом, по поверхности которого скользили гравитационно-сорвавшиеся «ленты» уже внутренне преобразованных гляциодинамическими процессами поверхностных отложений. Эти «ленты» на границе резкой смены склона бугра с крутого на пологонаклонный накладывались друг на друга, что и обуславливало возникновение построек в несколько «этажей». При подобной, в какой-то степени виртуальной, модели возникновения столь необычного локального строения склоновых образований можно допустить, что «многоэтажность» построек является одним из индикаторов роста бугра пучения. Сложность восприятия изложенной модели или ее отмеченная виртуальность может

состоять в том, что при ее создании крутая часть бугра пучения уже отсутствовала: была размыта мощным водным потоком меганаводнения.

К особому типу чешуйчато-построенных склоновых образований был отнесен также «покров» в верхней части разреза (интервал 1.00–1.50 м). Этот тип образований также имеет чешуйчатое строение, но его возникновение произошло в процессе скольжения оползневого блока. В чешуях этой части разреза отсутствуют какие-либо индикаторы проявления процесса кливажа. Допускается, что данные отложения были лишь частично затронуты гляциодинамическими напряжениями, что нашло свое отражение только в возникновении чешуйчатого строения отложений. При этом стоит признать, что механизм возникновения чешуйчатости в данном случае разработан не в полной мере и требует своего уточнения. Пока возникновение чешуйчатого строения связывается с наклонной, даже почти касательной направленностью воздействия гляциодинамического напряжения на поверхность склона бугра пучения.

Важно подчеркнуть, что для существующих моделей возникновения склоновых процессов, как в области распространения многолетнемерзлых пород, так и в умеренных широтах без признаков проявления вечной мерзлоты, обычно учитывается повышенная увлажненность склоновых отложений поверхностными источниками воды, созданными за счет атмосферных осадков. В области распространения многолетнемерзлых пород рассматриваемое явление обуславливается формированием так называемого деятельного слоя. В рассмотренном нами случае в окрестностях с. Костенки главное влияние на возникновение склонового литогенеза оказывали малоглубинные захороненные высокобарические флюиды в виде плавун и воды, воздействие которых контролировалось проявлениями гляциодинамических напряжений в толще субгляциальной литосферы. Поэтому в приведенном примере о какой-либо переувлажненности поверхностных отложений нет речи, что также может свидетельствовать об отсутствии вечной мерзлоты в данном районе в рассматриваемый интервал времени.

Специфика проявления склоновых процессов в данном случае состоит в том, что начальная мобилизация материала для образования грязевых плавунных потоков происходила непосредственно под приповерхностным уплотненным слоем пойменных отложений. Формирование чешуйчато-построенных образований также было связано с разрушением уплотненных приповерхностных слоев днища того же генезиса до обломков, приближающихся по своей форме к чешуям. Необходимо было найти единый источник, способствовавший

как разжижению части пойменных отложений, залегающих непосредственно под приповерхностным слоем пойменных отложений, так и разрушению приповерхностного горизонта. По нашему мнению, таким источником могли служить подземные воды в кровле сохранившегося фрагмента субгляциальной литосферы времени донского оледенения. В публикации [Лаврушин, 2021] отмечалось, что подобные фрагменты могут сохраняться долгое время. Так, в настоящее время в Москве фрагменты субгляциальной литосферы, как мы считаем, встречаются на глубине всего лишь первых десятков метров при проходке тоннелей метро, хотя последнее оледенение было здесь примерно 60–70 тыс. лет назад. Важной особенностью подобного типа литосфер является высокобарическая составляющая. В случае Покровского лога верхняя часть фрагмента этой литосферы могла быть представлена толщей воды, находящейся под высоким давлением. При продолжавшемся углублении дна лога, возможно, происходило частичное нарушение герметичности «покрышки» фрагмента литосферы, что вызвало вверх капиллярно-струйчатую миграцию воды. Под бронирующим слоем поверхностной части днища, как нами предполагается, возникли родниково-фонтанирующие излияния высокобарической воды в толще пойменного аллювия. Эти динамически активные инъективные излияния воды производили следующие преобразования: (1) происходил размыв верхней части рыхлых пойменных отложений и одновременно насыщение воды алеврито-глинистым материалом, что способствовало возникновению грунтового плавун соответствующего состава; (2) мелкие обломки писчего мела, содержащиеся в прослоях суглинков, в высокодинамичной среде разрушались до размера крошки, усложняя состав плавун; (3) в результате размыва рыхлых отложений пойменного аллювия фонтанирующими водными излияниями под уплотненной крышкой возникали полости. Чрезмерное увеличение размеров возникающих полостей вызывало обрушение их кровли, особенно при воздействии гляциодинамических напряжений, и образование на поверхности днища лога так называемых «окон», через которые плавун, заполнявший полость, изливался в виде потока на дневную поверхность лога; (4) обвалившаяся кровля полости или ее фрагменты скользили по плавуну, имевшемуся на дне «окна», к нижнему его ограничению, где, последовательно сдвигаясь, образовывали фрагмент чешуйчато-построенного сооружения. Наблюдаемые в разрезе 4–5-этажные постройки данного типа склоновых образований возникали, как указывалось выше, на участках, которым было свойственно значительное изменение наклона поверхности днища. Крупное одноэтаж-

ное сооружение пачки 3 в описанном разрезе фиксирует почти свободное скольжение потока, которое сопровождалось образованием чешуйчатости, разрывами верхней поверхности сооружения, но процесс динамического сжатия оказался недостаточно интенсивным, о чем может свидетельствовать отсутствие проявлений кливажа во внутреннем строении чешуй. Тем не менее, возможность образования глыбовых потоковых образований на наклонном днище склоновых эрозионных форм рельефа также может представить интерес.

Как отмечалось, главной особенностью строения этих сооружений является их чешуйчатое строение. Внутри чешуй, вследствие возникавших значительных напряжений сдвига, возникали деформации, нашедшие отражение, как во внутреннем строении чешуй, так и в своеобразном строении как верхнего, так и нижнего контакта. Этими деформациями было обусловлено появление наклонной пластинчатости и наклонно-полосчатых концентраций, образованных небольшими обломками писчего мела. По имеющимся материалам, «окна» имели немалые размеры. Это следует из того, что чешуйтато-построенные сооружения ленточного типа, отражают ширину «окна» около 2 м. В этой же связи важно отметить, что максимальная мощность некоторых чешуй достигала 40 см.

Фиксируемое кратковременное отсутствие проявлений склоновых процессов после завершения пойменного осадконакопления было обусловлено реконструкцией подводящих каналов, нарушенных во время очередного половодья и соответствующего седиментогенеза пойменных образований. Подводя итоги, необходимо особенно подчеркнуть, что специфика проявления склоновых процессов в Покровском логе может быть объяснена лишь при признании приоритетной роли как гляциодинамических напряжений, так и инъективных высокобарических флюидов в виде плывунов и воды, изливавшихся из сохранившегося фрагмента субгляциальной литосферы, как важнейшей основы развития склоновых процессов. В результате, среди грязевых потоков алеврито-глинистого состава было выделено три типа: 1) грязевые потоки, образовавшиеся вследствие размыва инъективными родниково-фонтанирующими водами рыхлых образований пойменного аллювия; 2) грязевые потоки в виде инъективных плывунов, вытекавших из разрывных деформаций на поверхности сохранившегося фрагмента более древней субгляциальной литосферы; 3) грязевые потоки, возникшие в ходе ассимиляции рыхлого материала атмосферными водами. Эти три типа грязевых плывунов, по-видимому, различаются по вещественному составу. Чрезвычайно контрастными по своему составу оказались инъективные грязевые потоки,

изливавшиеся из гляциотектонической структуры субгляциальной литосферы; среди них особенно выделяются потоковые образования, обогащенные зернистым фосфором.

Прерывистость пребывания местных жителей в таких эрозионных формах, как Покровский лог, могла быть обусловлена возникновением долговременных мегаполоводий и этапами затишья гляциодинамических напряжений. Вторая причина могла вызвать также миграционный процесс. В межлунные этапы основным неблагоприятным фактором для замирания или частичного прекращения миграционного процесса гляциодинамических процессов, во время которых в перигляциальной области возникла непроходимая грязевулканическая пустыня из-за увеличения количества инъективных грунтовых и водных потоков. В этом контексте можно упомянуть загадку возникновения ополья. Термин «ополье» подразумевает очень плодородные земли, на которых находилось множество «следов» существовавших поселений средневековой эпохи. Специального сравнительного изучения глинистой минералогии этих образований пока не проводилось. В качестве предположения высказывается мнение, что плодородность этих территорий могла быть обусловлена наличием менее преобразованных инъективных глинистых образований, которые значительно отличаются от глин широко распространенных малоплодородных подзолистых или темно-серых лесных почв.

Необходимо напомнить, что наиболее ранние поселения ранне-позднепалеолитических обитателей возникли в незначительном количестве на приустьевых без тоннельных участках долин подземной реки. Разновременное (согласно имеющимся ^{14}C датировкам) размещение в них поселений первых мигрантов могло быть обусловлено меняющейся степенью продолжительности и интенсивности эрозионных процессов и, соответственно, изменчивым положением русла реки.

Если обратиться к неоднократно опубликованной схеме расположения археологических памятников позднего палеолита в Костенковско-Борщевском районе, то в их пространственном распространении (с учетом ^{14}C датировок культурных слоев) четко выделяется первоначальное расположение поселений на берегах приустьевых протоков, а не в пределах береговой зоны Дона. Отсюда можно сделать вывод, что первые мигранты ранне-позднепалеолитического времени в данном районе стремились расположиться в привычных для них местах обитания, т.е. на берегах малых рек. При этом не исключено, что первые поселенцы обустроились здесь в поздне-осеннее время. Следующим важным обстоятельством упомянутого расположения поселений могло быть нали-

чие травоядных животных, как источника мясной пищи, которых также привлекали круглогодичные водотоки и богатая травяно-кустарниковая растительность в летнее время. Кроме того, последняя частично могла использоваться как источник растительной пищи. Наконец, важным моментом являлось наличие на бортах лога древесно-кустарниковой растительности, которая могла служить источником дров, поделочного материала, а также обеспечивать «укрытость» поселений.

**Обсуждение некоторых результатов,
полученных в ходе проведенных
исследований, и так называемых
«археологических постулатов», используемых
исследователями памятников окрестностей
с. Костенки**

В настоящем разделе обсудим некоторые принципиальные вопросы, затронутые в настоящей статье. Прежде всего, это привлекательность некоторых логов, в частности Покровского лога, для животных МФК и одновременно их массовая гибель здесь. Для людей привлекательность данного района состояла не только в близком скоплении животных МФК, которые аборигены-охотники использовали для добычи мясной пищи. Так, в этапы межени, когда на днище логов в значительном количестве существовала обильная кустарниково-травянистая растительность, некоторые элементы зарослей могли использоваться жителями в качестве растительной пищи. Определенный интерес у жителей также могли вызывать «развалы» крупных чешуй склоновых образований, в которых имелись мелкие конкреции кремня в обломках писчего мела, пригодные для изготовления некоторых орудий.

Подобная общая характеристика не полностью объясняет «комфортность» и привлекательность территории для местных жителей в окрестностях с. Костенки. Главными факторами локальной природной обстановки, которые обуславливали повышенную концентрацию различных антропогенных сообществ и животных МФК позднего палеолита, являлись: особенности геологического строения территории, гидрологии приустьевых участков местной реки, а также возникновение природного барьера, препятствующего дальнейшей миграции на север животных и антропогенных сообществ.

Важнейшей геологической особенностью территории окрестностей с. Костенки являлось наличие в строении верхней части земной коры погребенного фрагмента субгляциальной литосферы времени донского оледенения, наполненного высокобарическими флюидами, среди которых выделено два типа. Один из них был представлен

готовыми изливающимися грязевыми потоками в виде пływунов, а второй – инъективной водной массой, которая активно ассимилировала рыхлую часть пойменного аллювия и также превращалась частично в грязевый поток. По нашему мнению, именно эти два типа грязевых потоков были наиболее привлекательными для мамонтов. Во всех других случаях, при сходной морфологии рельефа к северу и югу от с. Костенки и наличии грязевых потоков, связанных с атмосферной водной массой, такого количества погибших мамонтов, а следовательно, и концентрации костного материала не имелось. Это позволяет утверждать, что наиболее привлекательным для животных МФК являлся оригинальный состав грязевых потоков, являвшихся экструзивными флюидами погребенной гляциотектонической структуры купольного типа субгляциальной литосферы донского оледенения, и высокобарических вод. Не исключается, что флюиды из данного фрагмента могли также обладать значительной газовой составляющей. По имеющимся данным, выдавливаемые флюиды были представлены двумя типами пływунов. Один из них состоял из алевроито-глинистых образований темно-серого цвета, а второй – из заметно опесчаненных алевроито-глинистых образований кирпично-красного цвета. В некоторых случаях, когда происходило смешивание этих двух разноцветных образований на дневной поверхности, грязевые потоки приобретали коричневато-серый цвет. Можно предположить, что необычный кирпично-красный цвет флюида мог быть обусловлен ассимиляцией так называемых зернистых фосфоритов во время формирования гляциотектонической структуры донским ледниковым покровом. Основным минералом этого типа зернистых фосфатов является курсит – минерал из группы фторкарбонатапатита. Все изложенное может представлять интерес в связи с тем, что в процессе излияния и течения экструзивных грязевых потоков обоих типов могла происходить их интенсивная дегазация, в ходе которой выделялся газ фосфин (PH_3 , фтористый водород). Как известно, этот газ выделяется из фосфатов магния, алюминия и цинка. В одном из образцов, отобранных из кровли отложений кирпично-красного флюида в Покровском логе, было обнаружено наличие этих фосфатов. Известно, что газ фосфин отличается значительной токсичностью, является ядом нервно-паралитического действия и вызывает смерть от паралича дыхания или сердечной мышцы. Фосфин также производят анаэробные бактерии в болотах. Этот газ содержится в так называемом болотном газе. Наличие этого процесса было зафиксировано на месторождениях курсита. В Брянской области пока известно одно месторождение фосфора «курситового типа»,

которое представлено кирпично-красными опесчаненными алевроито-глинистыми образованиями, обогащенными фосфатами. Фосфин тяжелее воздуха и мог накапливаться в безветренную погоду в отрицательных формах рельефа, например в логах в окрестностях с. Костенки, в которых встречается больше всего беспорядочно распределенного в отложениях костного материала мамонтов. Это позволило сделать вывод о связи гибели значительного количества мамонтов с процессами неумеренного потребления животными этого типа минерально-пищевых добавок и выделением фосфина. Таким образом, концентрация костного материала была приурочена к днищам эрозионных форм рельефа, а гибель животных не была результатом охотничьей деятельности местных аборигенов. В этом случае весьма скромное участие местных жителей допускается лишь в добывании умирающих животных, но также в очень ограниченных масштабах.

Вторым элементом природной среды, также благоприятным как аборигенов, так и животных в рассматриваемом районе, были незамерзающие источники воды подземной реки. Определенная ограниченность этого элемента природной среды была обусловлена продолжительными мегаполоводьями и подпрудными водоемами, возникавшими из-за наличия в приустьевой части гляциодайки, перегораживавшей лог и являвшейся естественной плотиной. Подобные экстремальные события в виде мегаполоводий, как отмечалось выше, были вызваны проявлениями гляциодинамических напряжений сжатия в толще субгляциальной литосферы, которые оказывали воздействие на различные элементы подземной гидросферы. Возможно, в этапы этих гидролого-гляциодинамических событий даже размещенные на бортах логов некоторые поселения покидались местными жителями. Таким образом, многослойность археологических памятников на бортах эрозионных форм рельефа частично могла быть обусловлена особенностью гидрологического режима подземной реки. Отсюда становится понятным наличие на днище Покровского лога преимущественно кратковременных археологических памятников «стояночного» типа, например Костенки-14, которые описываются в качестве культурных слоев, а не культурных горизонтов. При этом на бортах лога имеются археологические памятники с культурными горизонтами.

Важную роль в образовании второго, так называемого островного, типа размещения костного материала могли играть валоподобные «выбросы» водной массы из переполненного подпрудного водоема. Этот тип экстремальных гидрологических событий, происходивших неожиданно, вызывался, видимо, мощным гляциодинамическим воздействием на элементы подземной гидросферы. В резуль-

тате резко увеличивался расход воды в подземной реке, и из переполненного подпрудного водоема, как допускается, происходил «выброс» валоподобной водной массы, поток которой, двигаясь между подпрудой-гляциодайкой и уступом междуречья, впадал в Дон в районе конуса выноса Борщевского лога. Данный тип концентрированных скоплений костного материала погибших мамонтов имеет вид ромбоидоподобных овальных скоплений, достигающих по длинной оси около 20 м. Этот тип скоплений был обнаружен археологами на полого-наклоненных площадках уступа междуречья, обращенного к долине Дона. Возникновение подобных концентраций, по нашему мнению, было обусловлено экстремальными гидрологическими катастрофами. По устному сообщению археолога А.Е. Дудина, сотрудника музея-заповедника «Костенки», пока известно лишь о трех подобных скоплениях на площадках, расположенных на разных гипсометрических уровнях. Но даже эта информация позволяет полагать, что подобного типа «водные всплески или выбросы» возникали неоднократно. Можно предположить, что стадо мамонтов, шедшее по площадке, на которой сейчас расположено здание музея, «столкнулось» с неожиданно возникшим водным «валом-всплеском», быстро перестроилось, образовав округлое скопление, т.е. заняло круговую оборону в качестве защитной реакции стадных животных. При этом на стороне активно возникшей опасности были сконцентрированы наиболее мощные животные. Так, на стороне костища, обращенной навстречу водному валу, археологом А.Е. Дудиным, детально изучающим это костище, было обнаружено 8 черепов крупных мамонтов. Отложения, подстилающие данное костище, представлены пачкой неслоистых коричневатого-серых или палево-коричневых карбонатных суглинков видимой мощностью 1 м. Генезис этих образований был отнесен нами к отложениям, накопление которых происходило в хвостовой части проходящего фронтального водного вала. Это предположение было сделано на основании сравнительного анализа с процессом седиментогенеза некоторых фаций селевых образований [Лаврушин, 2015]. В основании фронтальной части водного вала, благодаря интенсивному ударно-эрозионному воздействию водной массы на ложе, возникали слабонаклонные площадки-уступы на склоне междуречья, которые использовались животными МФК в качестве доюрги в Покровский лог.

Согласно В.В. Попову [2003], на этих же площадках существовали также овальные «костяные островки» существенно меньшего размера. Этот тип островков демонстрируется в экспозиции музея «Костенки». Они нацело состоят из принесенных костей мамонтов и использовались мигранта-

ми для постройки своих индивидуальных жилищ. Таким образом, по нашему мнению, крупные костища (около 20 м в диаметре) возникли в результате водных экстремальных событий и впоследствии могли служить «фундаментом» для строительства жилищ. Дополнительно эти костища являлись также складом костного материала, который использовался для сооружения «индивидуальных квартир» и дров-костей для очагов.

Следующей важной особенностью природной среды было возникновение природного барьера, который был препятствием для дальнейшей миграции на север как антропогенных сообществ, так и животных МФК. Подобным барьером было сначала возникновение грязевулканической непроходимой пустыни, а позднее Скандинавского ледникового покрова, ледниковой лопасти Новоземельского ледникового покрова и ледникового покрова с востока со стороны Карского моря. Эти ледниковые покровы во время своего максимального развития полностью перекрыли всю северную часть Восточно-Европейской равнины, Северный Урал и север Западной Сибири. Важно отметить, что уже на первоначальном этапе мигранты (а также животные) уходили на восток в предгорья Урала и там продолжали свое движение на север. Об этом свидетельствуют результаты археологических исследований наиболее северных позднепалеолитических памятников Мамонтова курья и Базовая, на которых были обнаружены кремневые изделия, аналогичные таковым стрелецко-костенковской культуры [Павлов, 2008]. По имеющимся материалам, наиболее известным памятником позднего палеолита, находящимся к северу от Костенок, является Сунгирь. Его возраст оценивается около 27 тыс. лет [метод С-14; Лаврушин и др., 2000], т.е. это поселение существовало еще до максимума распространения последнего оледенения, но, видимо, во временном интервале краткого ослабления гляциодинамических напряжений, сопровождавшихся уменьшением интенсивности грязевулканических процессов. Кстати, полезно упомянуть, что буквально в нескольких метрах от Сунгирьского захоронения было обнаружение, в котором был описан горизонт покровного суглинка, слагающего борт прилегающей крупной балки. В толще этого суглинка была обнаружена кость животного, полученная датировка которой оказалась 27 т.л.

В соответствии с имеющимися радиоуглеродными датировками, последнее плейстоценовое оледенение достигло своего максимума на территории европейской части России около 25 тыс. лет назад. Тем не менее, в связи с более широким распространением латеральной подземной части субгляциальной литосферы (за границу ледникового

покрова), происходили более удаленные от края ледникового покрова проявления гляциодинамических напряжений. Иными словами, речь идет о специфической «подземной перигляциальной области» в верхней части земной коры. Неоднократно упоминавшийся сохранившийся фрагмент гляциотектонической структуры субгляциальной литосферы донского оледенения оказался в подземной части субгляциальной литосферы последнего ледникового покрова еще до максимума его распространения.

Длительная история изучения археологических памятников в окрестностях с. Костенки привела к возникновению так называемых «археологических постулатов», которые используются при изучении позднепалеолитических памятников окрестностей с. Костенки. Некоторые из них имеют непосредственное отношение к рассматриваемым в настоящей работе вопросам, особенно к природным предпосылкам, способствовавшим прерывистому существованию археологических памятников около 30 тыс. лет. А другие постулаты уже теряют свою актуальность, но продолжают использоваться.

Одним из подобных «постулатов» является признание в окрестностях с. Костенки в позднем палеолите распространения вечной мерзлоты и сурового климата, которые при экстремальном уничтожении древними охотниками животных мамонтового фаунистического комплекса могли способствовать сохранности возникших крупных запасов мясной пищи. При этом каких-либо геологических индикаторов, подтверждающих существование мерзлоты, не приводилось, не обсуждались также причины концентрации животных. Лишь недавно в публикациях [Лаврушин, Спиридонова, 2017; Лаврушин и др., 2015] была осуществлена попутная реабилитация древнего населения, обвиняемого в хищническом уничтожении животных, хотя недостаточно четко были объяснены концентрация и массовая гибель зверей, не связанная непосредственно с жизнедеятельностью населения. Что касается вечной мерзлоты, то этот термин стал постепенно заменяться другим – «сезонные мерзлотные процессы» [Величко и др., 2009]. Тем не менее до сих пор в современных публикациях отдельные археологи продолжают интерпретировать некоторые особенности геологического строения отложений, вмещающих археологические памятники, в качестве индикаторов деградации палеомерзлотных процессов. В этом плане необходимо отметить, что даже вскрытые археологами «следы» наземной деятельности с проявлением незначительных земляных работ, обусловленных хозяйственно-бытовыми потребностями древнего населения, не выявили каких-

либо признаков деградации мерзлоты. Видимо, одним из оснований для подобной интерпретации служили не столько геологические индикаторы, сколько обилие костного материала животных мамонтового фаунистического комплекса в отложениях окрестностей с. Костенки, объяснявшееся экстремальной охотой и созданием запасов мясной пищи, которые могли сохраниться при условии существования вечной мерзлоты. Определенный вклад в признание наличия многолетнемерзлых отложений в данном районе внесли также палеоботаники, которые обнаружили «элементы тундровой растительности», а также палеогеографы, зафиксировавшие в нескольких сотнях километров севернее наличие древних палеомерзлотных полигонов. Эти комплексы данных, а также материалы палеозоологов считались достаточно надежными аргументами для «признания» наличия вечной мерзлоты в данном районе. В связи с изложенным, важно отметить, что никто из исследователей рассматриваемого района не говорил о теплом климате. Все признавали климат достаточно суровым, но геологических признаков проявления здесь мерзлоты никем не приводилось. Поэтому данный вопрос нами отнесен к группе археологических постулатов, которые требуют серьезного дополнительного обоснования.

В археологическом постулате о стратиграфии культурных слоев археологических памятников, в зависимости от используемых методов, можно выделить три подраздела. Первый подраздел – это наличие или отсутствие слоев вулканического пепла, которые встречаются не во всех разрезах памятников. Там, где имеются пеплы, возраст археологических памятников устанавливается чаще всего по датировкам, полученным методом С-14 по соответствующему материалу в слоях, перекрывающих и подстилающих прослой вулканического пепла. И хотя полученные данные достаточно приблизительные, на отдельных памятниках они оказываются востребованными. Сложнее оказывается ситуация, когда имеется несколько памятников, расположенных на разных элементах рельефа, что может значительно осложнить корреляцию культурных слоев. Постулат «прослоев вулканических пеплов» достаточно широко используется археологами при работах по установлению стратиграфии культурных слоев в геологических разрезах археологических памятников. Так был установлен возраст (39.3–40.1 кал. тыс. лет) слоя вулканического пепла на памятнике Костенки-14 в так называемом «культурном горизонте в пепле» (рабочий термин).

Второй подраздел – установление связи прослоев вулканического пепла в разрезах археологических памятников окрестностей с. Костенки с

катастрофическими извержениями в пределах Флегрейских полей на юге Италии, что подтверждается датировками, полученными методом С-14. Этот постулат был в значительной степени востребован, поскольку позволял провести почти «непосредственную» корреляцию с некоторыми известными культурами позднего палеолита Франции, являющимися археологической классикой. В геологических разрезах некоторых из этих широко известных памятников также имеются прослой вулканического пепла, датируемые извержениями Флегрейских полей. Но данных о корреляции прослоев вулканического пепла в районе окрестностей с. Костенки с катастрофическими итальянскими извержениями все еще недостаточно, поскольку подобные корреляции должны сопровождаться обоснованием многих других факторов, например, анализом палеоатмосферных событий и т.д. Наверное, это было хорошо на «заре» использования метода С-14. Но в последние десятилетия появились датировки мощных вулканических извержений, происходивших также в позднем неоплейстоцене на Кавказе в Приэльбрусье. При этом часть этих вулканических образований имела дацитовый состав, а часть трахитовый. Трахитовый состав характерен для костенковского пепла, а также для аналогичных прослоев в толщах субаэриальных отложений в пределах Ростовской области [Мелекесцев и др., 1984]. Но практически все исследователи вулканических пеплов территории Ростовской области связывали их с вулканическими извержениями Приэльбрусья. При этом работ по позднечетвертичному возрасту кавказских вулканических извержений в то время практически не было, как и вообще отсутствовали современные методы датирования, в том числе датировки итальянских извержений. Тем не менее, в связи с появлением датировок проявлений вулканизма в Приэльбрусье, видимо, стоит отказаться от непосредственной корреляции костенковских горизонтов вулканических пеплов только с тефрой вулканических извержений Флегрейских полей. В настоящее время, например, уже имеются данные о крупном извержении в Эльбрусском вулканическом центре, происходившем около 40 000 лет назад. Это не значит, что возникла необходимость изменения корреляции существующих археологических позднепалеолитических костенковских и западноевропейских археологических культур позднего палеолита по ^{14}C датировкам. В этом плане целесообразнее говорить о корреляции геологической истории процессов вулканизма и истории человека на территории России. Появившиеся материалы свидетельствуют о крупном геологическом событии (вулканизме), которое одновременно или близко по времени проявилось на обширной территории: не только на Кавказе, но и в пределах

Альпийско-Гималайского складчатого пояса, ограничивающего с юга платформенные образования Восточной Европы и Сибири. Таким образом, речь может идти о необходимости включения в Международную стратиграфическую схему отложений, образованных в ходе подобных событий, и, соответственно, о выделении в четвертичном периоде совершенно новых подразделений, имеющих, как предполагается, почти глобальное значение, — этапов субглобального проявления вулканизма. Это важно, поскольку наряду с проявлениями вулканизма субглобального ранга могли происходить локальные эндогенные малоглубинные геологические события, оказывавшие влияние на природную среду и осадконакопление в пределах прилегающих перивулканических областей.

Еще один момент, на который стоит обратить внимание, это использование новейших методов очистки образцов при датировании радиоуглеродным методом. Речь идет об образцах древесного угля из части культурных слоев археологического памятника Костенки-14. С помощью упомянутых методов были получены даты, отличающиеся от ранее полученных иногда на 2 тыс. лет. При этом утверждается, что датировки были получены из тех же самых образцов. Следует отметить, что мелкие фрагменты угля могли быть взяты не из остатков сохранившихся кострищ, а из скоплений древесного угля, которые являются образованиями так называемых седиментационных шлейфов. Следовательно, в скоплениях могут быть сконцентрированы кусочки древесного угля из разновременных кострищ, и утверждение о том, что это был один и тот же образец, т.е. кусок угля, может не соответствовать действительности. Поэтому и полученную новую датировку вряд ли стоит считать более точной, чем ранее полученную дату. Поясним изложенные сомнения с седиментологической точки зрения. В потоке наносов происходит концентрация транспортируемого материала, находящегося во взвешенном состоянии, в соответствии с близким удельным весом частиц. Кусочки древесного угля даже из разных очагов могут иметь одинаковый удельный вес и образовывать соответствующие концентрации или в виде мелких линзоподобных уплощенной формы включений, или полосчато-линейных образований. Конечно, интересно было бы получить объяснение о возможности столь значительного обновления ранее полученных датировок, прежде всего, от специалистов, использовавших новые методы очистки образцов, что позволило бы снять некоторые сомнения. Остается неясным, какие собственно археологические проблемы без дополнительных пояснений могут быть решены с использованием полученных «уточненных» датировок. Нередко

исследователями использовались палеогеографические схемы, в основу которых были положены данные геологически недостаточно изученных образований. В этом отношении уместно сослаться на известную датировку 13 000 лет, полученную якобы из отложений дельты ручья Борщевского лога, для которых известны более древние даты. В соответствии с вышеизложенными соображениями, приведенная дата, вызывающая сомнения у современных археологов, на самом деле может быть вполне правдоподобной, поскольку она может относиться к более молодым отложениям фрагмента дельты, которые отлагались периодически возникавшими экстремальными водными потоками, вытекавшими из подпрудных водоемов Покровского лога во времена их переполнения. Дельтовые отложения этих потоков в своих приустьевых частях были непосредственно прислонены к конусу выноса Борщевского лога.

Природный барьер, который обуславливал резкое прекращение или замедление процессов миграции на север позднепалеолитических антропогенных сообществ и животных мамонтового комплекса, состоял из двух природных компонентов. Первый — это возникновение в пределах перигляциальной области непроходимой пустыни из-за массовых инъективных грязевулканических и водных излияний на поверхности земной коры. Геологической основой высказанного предположения являются толщи или горизонты так называемых покровных суглинков, участвующие в строении покрова четвертичных отложений части перигляциальной области, расположенной в непосредственной близости от края максимального распространения ледникового покрова. Второй компонент — это появление Скандинавского ледникового покрова, ледниковой лопасти Новоземельского центра и ледникового покрова с востока со стороны Карского моря, которые во время своего максимального развития полностью перекрыли всю северную часть Восточно-Европейской равнины, Северный Урал и север Западной Сибири. В соответствии с имеющимися радиоуглеродными датировками, последнее плейстоценовое оледенение достигло своего максимума около 25 тыс. лет назад. Тем не менее, в связи с более широким распространением латеральной подземной части субгляциальной литосферы (за границу распространения ледникового покрова) происходило и более широкое распространение гляциодинамических напряжений, в зону которых входил также район окрестностей с. Костенки. Возникавшие гляциодинамические напряжения оказывали значительное воздействие на этот фрагмент субгляциальной литосферы, что вызывало появление бугров пучения, а также разрывных деформаций, из которых про-

исходило выдавливание на дневную поверхность флюидов, привлекавших животных МФК. Кроме того, воздействие гляциотектоники сказывалось также на плавинах и различных элементах подземной гидросферы. В результате на поверхности земной коры возникла непроходимая пустыня со значительным количеством грунтовых и водных потоков разной мощности в перигляциальной области последнего оледенения. Природных аналогов этой природной среды в современности не существует. В свое время в верховьях долины Дона нами фиксировалось наличие мощной толщи коричневатого-серых суглинков, которые первоначально были отнесены к делювию. Согласно публикации [Лаврушин, 2021], источником этих образований являлись выдавленные на дневную поверхность плавина субгляциальной литосферы. Можно полагать, что динамика гляциотектоники имела прерывисто-пульсирующий тип, что способствовало возникновению соответствующей динамики миграционного процесса. Так, кратковременная миграция могла способствовать продвижению на север до окрестностей г. Владимира одному из антропогенных сообществ (памятник Сунгирь, имеющий датировку культурного горизонта 27–29 тыс. лет). Но этот фрагмент миграционного пути северной направленности был лишь, скорее всего, «тупиковым локальным отвершком». Далее миграционный путь приобрел восточное направление, а затем опять повернул на север по внешней части западных предгорий Урала до широт стоянок Бызовая (65 с.ш.) и Мамонтова Курья, на которых была обнаружена индустрия костенковско-стрелецкой культуры (рис. 13) [Павлов, 2008; Svendsen et al., 2008]. На этом пути, благодаря скальному основанию и совершенно другому типу субгляциальной литосферы, грунтовые потоки были развиты в меньшей степени, что, видимо, облегчало движение.

«Комфортность» локальной природной среды в окрестностях с. Костенки также является одной из основных причин продолжительно-прерывистого существования «позднепалеолитического оазиса» непосредственно в данном месте. Интервалы времени, к которым приурочено отсутствие поселений аборигенов, видимо, могут соответствовать «оживлению» процесса миграции и увеличению проходимости грязевулканической пустыни за счет уменьшения интенсивности проявления излияний инъективных грязевых и водных потоков. Таким образом, динамика природного барьера, влиявшая на интенсивность процессов миграции, а также степень «комфортности» природной среды окрестностей с. Костенки являются основными факторами, определявшими заселенность территории, т.е. рассматриваются в качестве основных причин

образования и прерывисто-длительного существования «позднепалеолитического оазиса». Как было показано, важную роль в создании определенной «комфортности» имели особенности геологического строения данной локальной территории и незамерзающий источник воды, что обуславливало непосредственно на данном участке Подонья концентрацию мигрантов каменного века, а также животных МФК и богатой растительности, близко расположенных для добычи мясной, растительной пищи, месторождений кремня для изготовления орудий. Существовавшие подпрудные бассейны могли быть богаты дичью, особенно в весеннее и осеннее время.

Очень кратко изложим причины возникновения столь интенсивной миграции людей и животных на север по так называемой сухопутной «тропе», по части междуречья, прилежащего к долине Нижнего Дона. По нашим представлениям, которые требуют своего уточнения и дополнительного изучения, на возникновение миграционного процесса оказали влияние, прежде всего, распространявшиеся Понто-Каспийские трансгрессии. Вторым элементом, способствовавшим интенсификации этого процесса, особенно в регрессивные этапы, могло служить значительное оживление вулканической деятельности в Эльбрусском вулканическом центре и в Таманском грязевулканическом центре в интервале 35–25 тыс. лет назад, влияние которых на природную среду еще далеко не в полной мере установлено. Высказанное предположение о влиянии эндогенной деятельности на миграционные процессы пока весьма гипотетично и требует дальнейшего подтверждения.

Наконец, следует отметить, что высказанные в настоящей статье некоторые идеи геолого-природоведческого направления могут не полностью разделяться соавторами (в коллективных работах это вполне допустимо), но, как представляется, могут оказать значительное влияние на уровень и направленность исследований в данном уникальном районе. В данном направлении это особенно касается некоторых изложенных археологических постулатов, поскольку необходимо иметь в виду, что в числе соавторов статьи имеется известный археолог А.А. Синицын, который может не полностью разделять изложенное содержание данных постулатов. Более того, нами оказались незатронутыми некоторые геологические постулаты, которые также существуют и пользуются соответствующей популярностью. В качестве примера можно сослаться на то, что в разрезах ряд исследователей упоминают лишь наличие в строении некоторых изученных днищ логов лишь склоновых образований, не учитывая существовавшую первоначальную стадию их воз-

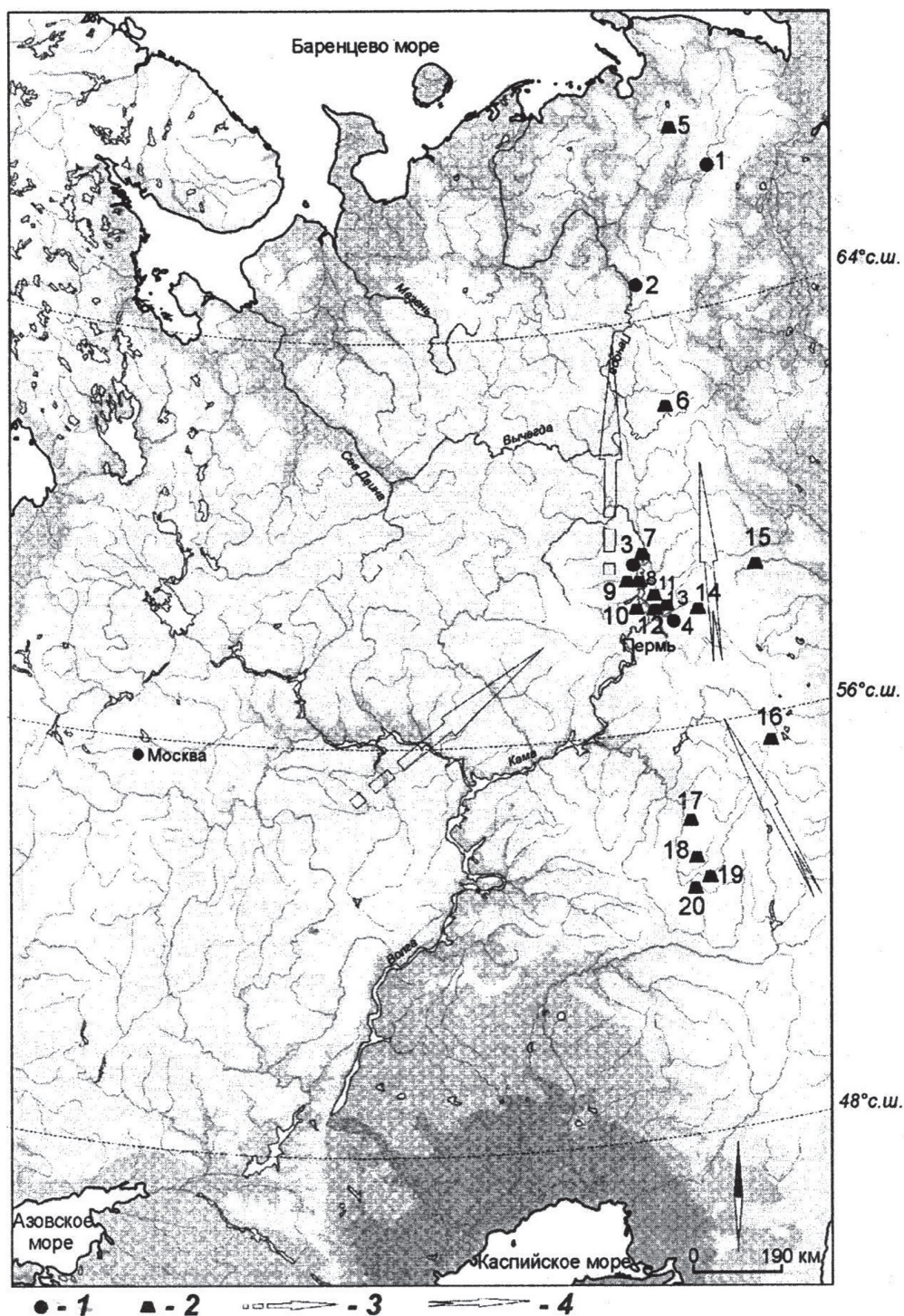


Рис. 13. Карта размещения археологических памятников на западном склоне Урала (по Павлову, 2008). В северной части показано расположение стоянок Мамонтова Курья и Бызовая, соответственно обозначенными черными кружками: 1 и 2.

Fig. 13. Map of the location of archaeological sites on the western slope of the Urals (according to Pavlov, 2008). The location of the sites of Mamontova Kurya and Byzovaya are on the northern part, marked in circles: 1 and 2

никновения в качестве без тоннельного участка долины подземной реки, являвшейся притоком р. Дон. Как оговорено во введении, в настоящей

работе, основное внимание уделено изложению новых сложившихся представлений, которые могут заинтересовать исследователей.

Заключение

Настоящая работа была выполнена в 2022 г. в соответствии с планом исследований Геологического института РАН по госзаданию № 0135-2919-0073.

В результате в данной работе были установлены локальные природные предпосылки, которые способствовали возникновению и прерывистодолговременному существованию позднепалеолитического антропогенного оазиса в окрестностях с. Костенки. К ним относятся:

1. Возникновение позднепалеолитического антропогенного оазиса на пути мигрантов на север и соответственно **прекращении или резкого замедления миграционного процесса было связано с появлением природного барьера**, в развитии которого было выделено две стадии развития. В **первую стадию** в перигляциальной области последнего оледенения на пути мигрантов возникла специфическая впервые выделенная природная обстановка, получившая название **грязевулканической пустыни**. Характерной особенностью ее облика было появление на поверхности земной коры множества различного размера трудно проходимых грунтовых и водных потоков, возникновение которых было обусловлено гляциодинамическими процессами в толще отложений субгляциальной литосферы последнего покровного оледенения. При проявлениях гляциодинамических процессов на дневной поверхности происходили трещинные и полостные разрывы, из которых на палеоповерхность земной коры изливались инъективные высокобарические грунтовые пливуны и подземные воды. **Современных аналогов подобных природных обстановок не существует. Главная особенность возникновения этой природной обстановки полное отсутствие связи с изменениями палеоклимата. Геологической основой развития подобных представлений явились толщи или пласты так называемых покровных суглинков, широко распространенных в четвертичном покрове перигляциальной области последнего оледенения. Вторая стадия развития природного барьера на пути мигрантов связана с достижением ледниковым покровом максимального распространения, когда возникла ледовая пустыня.**

2. В ходе исследований **были установлены особенности природной среды, послужившие основой появления «оазиса» непосредственно в окрестностях с. Костенки**. К ним относятся: а) локальные особенности геологического строения территории, среди которых первостепенное значение имело расположение района в перигляциальной области покровного оледенения в зоне подхода к земной поверхности нижних частей

субгляциальной литосферы; б) наличие фрагмента гляциотектонической куполовидной структуры, наполненной высокобарическими флюидами разной консистенции и состава, которые в процессе воздействия гляциодинамических напряжений на поверхность упомянутой структуры способствовали образованию разрывных деформаций и способствовали вытеканию флюидов в виде грунтовых потоков, состав которых был особенно привлекателен для животных МФК; в) поблизости непосредственно на дневной поверхности имеются выходы пещерного мела тортона, в котором содержатся конкреции кремня, пригодные для изготовления орудий. Среди гидрологических особенностей важное значение имели наличие приустьевой не тоннельной части **незамерзающей** подземной реки и подпрудные водоемы, плотинами в которых являлась гляциодайка. В ландшафтном плане на днище долин приустьевых проток росла богатая травянисто-кустарничковая и прибрежная растительность, которая использовалась травоядными животными и пока по очень ограниченным первым сведениям употреблялась людьми в качестве растительной пищи; наличие значительного количества излияний грунтовых потоков способствовали возникновению скоплений животных МФК, которые были поблизости расположенным местом добычи мясной пищи.

3. Разработан **оригинальный механизм возникновения склонового седиментогенеза**, основу которого составили проявления гляциодинамических процессов. В результате возникли инъективных излияния высокобарических флюидов образовавших грунтовые потоки, которые своим составом привлекали животных МФК и чешуйчатого типа строения построек на склонах днища приустьевых участков подземной реки, иногда образующих 3–4-«этажные» сооружения.

4. В изученных отложениях проявления гляциодинамических процессов нашло свое отражение в возникновении разного типа **постседиментационных преобразований отложений**. Установлено, что в толщах пойменного аллювия этого типа преобразования выражены в виде вновь возникших внутрипластовых грунтовых потоков, проявления чешуйчато-надвигового типа строения отдельных аллювиальных прослоев, индикаторов межслоевых и внутрислоевых проявлений процессов скольжения, кливажа и т.д. На поверхности обнаруженной гляциотектонической структуры гляциодинамическими процессами было обусловлено возникновение бугров пучения, частичное разрушение культурных слоев, образование разрывных нарушений на поверхности гляциотектонической структуры.

5. Среди пойменных образований, выделены **сезонные половодья и мегаполоводья**, возник-

новение которых было обусловлено воздействием гляциодинамических напряжений разного типа на элементы подземной гидросферы. Продолжительность последних по очень предварительным данным могла достигать 1000 лет. Выделены также склоновые образования, а также отложения грунтовых потоков с соответствующими литоиндикаторами.

6. В межледниковые этапы подземной реки местные жители посещали днище лога Покровского. Вблизи правого борта этой палеопротоки на памятнике Костенки-14 (Маркова гора) было обнаружено 8 культурных слоев, а также погребение древнего человека [Синицын, 2015]. Большинство из этих слоев располагалось на латеральной части полого-наклонного склона крупного бугра пучения. На части из них имелись повреждения, которые возникли в ходе проявления гравитационных процессов в процессе поднятия бугра. Это позволяет полагать, что первичное положение культурных слоев находилось на относительно ровном днище приустьевой палеопротоки подземной реки-притока р. Дон (по крайней мере, начиная с культурного слоя IУ).

7. Были установлены причины гибели множества животных МФК в районе окрестностей с. Костенки, костные останки которых в изобилии имеются в четвертичных отложениях и отразились даже в названии современного поселения. **Выделено три типа костных концентрации** в отложениях. **Первый из них – беспорядочное расположение** костного материала (имеется ввиду мамонтов). Подобный тип неупорядоченного положения костного материала особенно был замечен до современного «агрессивного» типа освоения территории поселения на днищах древних логов. Гибель мамонтов в этом случае объясняется неумеренным поглощением материала грязевых грунтовых потоков, обогащенных зернистым фосфором, а также отравлением выделяющимся газом фосфином, концентрация которого могла быть повышенной в затишьях отрицательных форм рельефа особенно в безветренную погоду. Как известно этот газ вызывает паралич дыхательной системы и сердца. Газ продуцируется при разложении фосфатов магния, алюминия и цинка, содержащихся в зернистом фосфоре. Важно отметить, что в некоторых трупах мамонтов в арктических районах Сибири была обнаружена полная закупорка пищевода и желудка глинистым материалом, что позволяет полагать их гибель, связанную как раз с неумеренным переизбытком минерально-пищевой добавки, а не с какими-то другими причинами.

Второй тип концентраций костного материала мамонтов встречается на **наклонных площадках** придолинного к р. Дон **коренного склона между-**

речья. Этот тип скопления костного материала имеют форму несколько вытянутого овала, удлинённый поперечник которого составляет 20–25 м. Гибель относительно небольшого стада мамонтов произошла при экстремальном валообразном выбросе мощного водяного вала из переполненного водой подпрудного бассейна. Возникновение вала связывается с интенсивным воздействием гляциодинамических напряжений на элементы подземной субгляциальной литосферы. В ходе возникшего выброса водной массы на пути движения стада, мамонты занимали круговую «оборону», как это делают обычно стадные животные, и погибали на месте. Этот тип скоплений костного мог в последующем использоваться аборигенами в качестве «фундамента» для возведения на нем крупного жилища и одновременно быть складом строительного и топливного материала.

Третий тип – это относительно небольшие скопления почти круглой формы не превышающей в диаметре 10м и с имеющимися поблизости «помойками-ямами» с четко установленным археологами ручной укладкой костного материала. **Этот тип скоплений расположен поблизости от предыдущего, демонстрируется в музее и является фрагментом жилища. Поэтому этот тип нами нацело относится к рукотворным сооружениям.**

В заключение необходимо обратить внимание еще на одну важную проблему, тесно связанную с проблемой, которой посвящена настоящая работа. Речь пойдет о причине возникновения процессов интенсивной миграции как у различных антропогенных сообществ, так и у животных МФК. Надо отметить, что этот вопрос оказался затронутым лишь в упомянутом виде и сделано это сознательно, поскольку впервые обращается на него внимание читателей. Более того, уже сейчас ясно, что ответ по нему должен быть обоснован значительным количеством нового дополнительного материала. В этом плане предлагаемый ниже вывод в какой-то степени можно рассматривать в качестве одного из дальнейших направлений исследований.

Имеющийся в настоящее время материал позволяет, судя по имеющимся датировкам, полученных методом С-14, при изучении культурных слоев и горизонтов в археологических памятниках оазиса с. Костенки, говорить археологам о двух или даже трех этапах миграционного процесса. Наиболее ранний этап (примерно) – это 50–40 т.л.н., следующий 35–32 т.л.н. и заключительный 30–27 т.л.н. Важно отметить, что приведенные выделенные этапы по имеющимся данным частично совпадают с проявлениями активного вулканизма в горах Кавказа и даже возможной возникавшей интенсификации грязевого вулканизма в преде-

лах Таманского грязевулканического центра, хотя о последних, к сожалению, пока известно мало. Отсюда пока условно предполагается, что существовавшая природная обстановка в прилежащих степях Приаралья могла существенно измениться и оказалась малоприспособленной для животных МФК, которые по существовавшей единственной сухопутной «тропе» междуречья Придонья и долине р. Дон стали мигрировать из ранее обжитой зоны на север, поскольку западные и восточные области были заняты Понто-Каспийскими возникавшими трансгрессиями. Вслед «за мясной пищей» стали мигрировать и антропогенные сообщества. По имеющимся в настоящее время данным, в области, например, Приазовья, преобладающими видами в природной среде «царства» млекопитающих в интересующее нас время, стали бизоны.

Таким образом, неотектонические процессы в области альпийского орогенеза, сопровождавшиеся проявлениями активного вулканизма разного типа, могли в прилежащих областях обширных платформенных областей, сопровождаться геолого-геоморфологическими преобразованиями поверхности земной коры, вызванные различными типами вулканизма. Эти преобразования могли в соответствующие этапы способствовать возникновению локальных неблагоприятных обстановок для обитания ряда животных МФК, что вызвало их миграцию и соответственно сопровождающих различных антропогенных сообществ. В плане дальнейших исследований природной среды квартала необходимо отметить, что подобного типа независимые от палеоклимата преобразования природной обстановки могли происходить в разное время. Так, например, в конце раннего плейстоцена в пределах Тамани в области проявления активного грязевого вулканизма произошла гибель многих млекопитающих тираспольского фаунистического комплекса непосредственно в области проявления активного грязевого вулканизма. Костные останки этих животных вплоть до почти целых скелетов находили в отложениях фации катунов на бывших склонах этих грандиозных сооружений грязевого вулканизма. Приуроченность находок к образованиям фации катунов позволяет утверждать, что гибель животных происходила во время этапа интенсификации грязевого вулканизма.

В настоящее время основы учения о палеоклимате четвертичного периода и природных обстановках связаны, главным образом, с изучением и сравнительным анализом природной среды ледниковой и межледниковой по материалам палеоботанических, палеозоологических исследований. При этом, основу анализа составляют, главным образом, материалы, полученные при изучении **природной среды современной широтной зо-**

нальности. Несомненным представляется, что включение в комплекс этих исследований изучения материалов, связанных с активными проявлениями разного типа вулканизма, может способствовать существенному уточнению особенностей природной среды квартала и разработке возможных локальных прогнозов ее преобразования. При этом, не исключается, что проводимый сравнительный анализ природной среды не будет ограничиваться только примерами только современных природных обстановок.

Включение в анализ материалов, участвующих в строении толщ четвертичных отложений мало-глубинных эндогенных образований земной коры, **с учетом их механизма образования**, позволит реконструировать принципиально новые особенности природной среды, **возникших независимо от палеоклимата**, которые в своей основе могли быть связаны **с геологическими процессами.** Предлагаемая направленность исследования природных событий квартала может существенно «оживить» исследования по ряду направлений изучения четвертичного периода особенно важных при разработке прогноза возможных преобразований локальной природной среды.

Благодарности: авторы благодарны научному сотруднику Геологического института РАН Лаврушиной Е.В. за помощь в подготовке данной работы к публикации; за высказанные советы при работе над статьей нами также выражается глубокая признательность главному научному сотруднику Института Леонову Михаилу Георгиевичу.

Литература

- Величко А.А., Писарева В.В., Седов С.Н., Сеницын А.А. Палеогеография стоянки Костенки-14 (Маркина гора) // Археология, этнография и антропология Евразии. 2009. № 4. С. 35–50.
- Лаврушин Ю.А., Бессуднов А.Н., Спиридонова Е.А., Кураленко Н.П., Недумов Р.И., Холмовой Г.В. Палеозоологические катастрофы в позднем палеолите центра Восточной Европы. М.: ГЕОС, 2015. 87 с.
- Лаврушин Ю.А., Спиридонова Е.А. Природные предпосылки возникновения позднепалеолитического центра на Дону в с. Костенки // Бюллетень Комиссии по изучению четвертичного периода. № 75. 2017. С. 34–59.
- Лаврушин Ю.А. Основы современной концепции строения и формирования отложений краевых образований плейстоценовых ледниковых покровов // Бюллетень Комиссии по изучению четвертичного периода. № 79. 2021. С. 38–70.
- Лебедев В.А., Вашакидзе Г.Т. Четвертичные вулканы Большого Кавказа и их каталогизация на основе геохронологических, вулканологических и изотопно-

- геохимических данных // Вулканология и Сейсмология. 2014. № 2. С. 29–45.
- Мелекесцев И.В., Кириянов В.Ю., Праслов Н.Д. Катастрофическое извержение в районе Флегрейских полей (Италия) – возможный источник вулканического пепла в позднелейстоценовых отложениях европейской части СССР // Вулканология и сейсмология. 1984. № 3. С. 35–44.
- Павлов П.Ю. Основные этапы заселения человеком северо-востока Европы в эпоху палеолита // Путь на север: окружающая среда и самые ранние обитатели Арктики и Субарктики. М.: ИГ РАН, 2008. С. 69–78.
- Праслов Н.Д., Лазуков Г.И., Краснов И.И. и др. Палеолит Костенковско-Борщевского района на Дону, 1879–1979: Некоторые итоги полевых исследований / ред. Н.Д. Праслов Л.: Наука, 1982. 285 с.
- Радиоуглеродная хронология палеолита Восточной Европы и Северной Азии: проблемы и перспективы / ред.: А.А. Синицын, Н.Д. Праслов. СПб: ИИМК, 1997. 141 с. (Сер. Археологические изыскания; Вып. 41).
- Свендсен Й.И., Павлов П., Хегген Х., Мангеруд Я., Хуфтхаммер А.К., Робрукс Б. Природные условия плейстоцена и палеолитические стоянки на севере западного склона Уральских гор // Путь на север: окружающая среда и самые ранние обитатели Арктики и Субарктики. М.: ИГ РАН, 2008. С. 79–97.
- Седов С.Н., Хохлова О.С., Синицын А.А. и др. Позднелейстоценовые палеопочвенные серии как инструмент локальной палеогеографической реконструкции (на примере разреза Костенки 14) // Почвоведение. 2010. № 8. С. 938–955.
- Синицын А.А. Прерывистость и преемственность в палеолите Костенок // Верхнедонской археологический сборник. № 6. 2004. С. 66–76.
- Синицын А.А. Костенковская модель верхнего палеолита // Археологическое изучение Центральной России. Липецк, 2006. С. 44–46.
- Синицын А.А. Костенки 14 (Маркина гора) – опорная колонка культурных и геологических отложений палеолита Восточной Европы для периода 27–42 тыс. лет // Древние культуры Восточной Европы: эталонные памятники и опорные комплексы в контексте современных археологических исследований. М.: Музей антропологии и этнографии РАН. 2015. С. 40–59.
- Чернышев И.В., Лебедев В.А., Бубнов С.Н. и др. Изотопная геохронология извержений четвертичных вулканов Большого Кавказа // Геохимия. 2002. № 11. С. 1–16.
- Чернышев И.В., Бубнов С.Н., Лебедев В.А. и др. Два этапа эксплозивного вулканизма Приэльбрусья: геохронология, петрохимические и изотопно-геохимические характеристики вулканитов и их роль в неоген-четвертичной истории Большого Кавказа // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2014. Т. 22. № 1. С. 100–130.
- Шило Н.А., Ложкин А.В., Титов Э.Э., Шумилов Ю.В. Киргильяхский мамонт: палеогеографический аспект. М.: Наука, 1983. 214 с.
- Лаврушин Ю.А., Бессуднов А.Н., Спиридонова Е.А., Кураленко Н.П., Недумов Р.И., Холмовой Г.В. Палеозоологические катастрофы в позднем палеолите центра Восточной Европы. М.: ГЕОС, 2015. 87 с.

Literature

- Chernyshev I.V., Lebedev V.A., Bubnov S.N. Isotope geochronology of Quaternary volcano eruptions in the Greater Caucasus // Geochemistry. 2002. N 11. P. 1–16. (In Russian)
- Chernyshev I.V., Bubnov S.N., Lebedev V.A. et al. Two stages of explosive volcanism of the Elbrus area: geochronology, petrochemical and isotopic-geochemical characteristics of volcanic rocks, and their role in the Neogene-Quaternary evolution of the Greater Caucasus // Stratigraphy and Geological Correlation. 2014. Vol. 22. N 1. P. 96–121. (In Russian)
- Lavrushin Yu.A., Bessudnov A.N., Kuralenko N.P., Nedumov R.I., Kholmovoi G.V. Late Paleolithic sedimentational-paleozoological catastrophes in Eastern Europe: Essentials of a concept of appearance of mammoth “cemeteries”. Moscow: GEOS, 2015. 87 p. (In Russian)
- Lavrushin Yu.A., Spiridonova E.A. Environmental prerequisites for the formation of the Kostenki Late Paleolithic centre at River Don // Bull. of the Commission for the Study of Quaternary. N 75. 2017. P. 34–59. (In Russian)
- Lavrushin Yu.A. The basics of the modern concept of the study “morphology and formation marginal deposits of Pleistocene glaciers: // Bull. of the Commission for the Study of Quaternary. N 79. P. 38–70. (In Russian)
- Lebedev V.A., Vashakidze G.T. The catalogue of Quaternary volcanoes of the Greater Caucasus based on geochronological, volcanological and geochemical data // Journal of Volcanology and Seismology. 2014. N 2. C. 29–45. (In Russian)
- Melekestsev I.V., Kiryanov V.Yu., Praslov N.D. A catastrophic eruption in the area of the Phlegrean Fields (Italy) is a possible source of volcanic ash in the late Pleistocene deposits of the European part of the USSR // Journal of Volcanology and Seismology. 1984. N 3. P. 35–44. (In Russian)
- Pavlov P.Yu. The main stages of human settlement of the North-East of Europe in the Paleolithic era // Way to North paleoenvironment and earliest inhabitants of Arctic and Subarctic. Moscow: IG RAS, 2008. P. 69–78.
- Praslov N.D., Lazukov G.I., Krasnov I.I. et al. Paleolithic of the Kostenkovsko-Borshchevsky region on the Don, 1879–1979: some results of field research / ed. N.D. Praslov Leningrad: Nauka, 1982. 285 p. (In Russian)
- Radiocarbon chronology of the Palaeolithic of Eastern Europe and Northern Asia problems and perspectives / ed A.A. Sinitsyn, N.D. Praslov. St. Petersburg: Institute for the History of Material Culture RAS, 141 p. (Archaeological surveys; Issue 41). (In Russian)
- Sedov S.N., Khokhlova O.S., Sinitsyn A.A. et al. Late Pleistocene paleosol series as a tool for local paleogeographic reconstruction (on the example of the Kostenki 14 section) // Eurasian Soil Sci. 2010. N 8. P. 938–955.

- Shilo N.A., Lozhkin A.V., Titov E.E., Shumilov Yu.V.* Kirgilyakh mammoth: paleogeographic aspect. Moscow: Nauka, 1983. 214 p. (In Russian)
- Sinitsyn A.A.* Discontinuity and continuity in the Paleolithic Kostenok // Verkhnedonskoy archaeological collected papers. N 6. 2004. P. 66–76. (In Russian)
- Sinitsyn A.A.* Kostenkovskaya model of the Upper Paleolithic // Archaeological study of Central Russia. Lipetsk, 2006. P. 44–46. (In Russian)
- Sinitsyn A.A.* Kostenki 14 (Markina Gora) – a reference column of cultural and geological deposits of the Paleolithic of Eastern Europe for the period of 27–42 thousand years // Ancient cultures of Eastern Europe: reference monuments and reference complexes in the context of modern archaeological research. Moscow: Museum of Anthropology and Ethnography RAS. 2015. P. 40–59. (In Russian)
- Syvendsen J.I., Pavlov P., Heggen H., Mangerud Y., Hufthammer A.K., Roebrechts W.* Pleistocene Environments and Hololithic Sites at the northern part of the western Slope of the Urals Mountains // Way to North Paleoenvironments of Arctic and Subarctic, Moscow: IG RAS, 2008. P. 79–97. (In Russian)
- Velichko A.A., Pisareva V.V., Timireva S.N., Sedov S.N., Sinitsyn A.A.* Paleogeography of Kostenki-14 (Markina Gora) // Archaeology, Ethnology and Anthropology of Eurasia. 2009. N 4. P. 35–50. (In Russian)

**Lavrushin Yu.A., Petrova V.V., Sinitsyn A.A., Spiridonova E.A.
LATE PALEOLITHIC “OASIS” IN THE VICINITY OF THE VILLAGE KOSTENKI
(MID-DON REGION): CAUSES OF OCCURRENCE AND LONG-TERM EXISTENCE**

The Mammoth Faunistic Complex (MFC) and other anthropogenic animals migrations in the Late Paleolithic from the Pre-Aral region and areas near the northern Caucasus could be associated with unfavorable natural conditions for habitats. Intense volcanism, both in the Caucasus and in the Taman mud volcanic and in the Aral Sea region, could have caused this. Migration went along the valley of the Don River and other interstream areas. This was the only land route to the north, since the Ponto-Caspian transgressions flooded the west and east of the territory. The formation of an “oasis” near the village Kostenki (translated as “bones place”) was caused by the presence of local natural environments favorable for MFC, other animals and Stone Age people. A special natural environment in the form of a barrier made by an almost impenetrable mud volcanic desert was formed north of the Kostenki. This landscape was created as a result of glaciodynamic processes during the last glaciation. There are no such landscapes in modern nature. Groundwater and water flows increased with the intensification of glaciodynamics. During the stages of intensification of processes, the number of cultural layers in the oasis increased. The geological basis of this nature type is the horizons of loams known in the sections of the cover of Quaternary deposits in the periglacial area. During the second stage of the formation of the natural barrier, a completely unpassable ice desert was formed. Non-freezing streams that emerged from the tunnel of the underground river created a local “comfort” habitat for anthropogenic communities in the vicinity of the Kostenki. Shrub-herbaceous and coastal vegetation was in the bottoms of the valleys, which was the basis of nutrition for herbivores. Mud streams as nutrition supplement attracted an animals, especially mammoths, which created special geological features. As a result, a symbiosis of native and MFC animals increased, in which people could provide their needs for meat food. In the sediments of the territory of this oasis, three types of deposits of bone material were distinguished. The first of them was associated with an excess of consumption of mineral and food additives, as well as with degassing of fluids, poisoning of animals to death. The second type of accumulation of bone material was associated with hydro-catastrophic events. The third type of clusters is entirely man-made. The second type could serve as a “foundation” for the construction of space for large communities or an accumulation for building material and fuel.

Key words: Late Paleolithic, floodplain alluvium, subglacial lithosphere, glaciodynamics, fluids, mammoth, slope sedimentogenesis, volcanic ash.

КОРРЕЛЯЦИЯ СОБЫТИЙ КВАРТЕРА НА АРКТИЧЕСКОЙ КОНТИНЕНТАЛЬНОЙ ОКРАИНЕ

В.А. Друщиц

Геологический институт РАН, г. Москва, e-mail: vdruschits@yandex.ru

DOI:10.34756/GEOS.2023.17.38663

Распространение ледниковых и внеледниковых областей Арктической континентальной окраины в четвертичном периоде обусловлено геологическим строением. Ледниковые окраины генетически связаны с провинцией срединно-океанических хребтов. Внеледниковые окраины расположены, главным образом, на микроплите Арктическая Аляска – Чукотка. Выделены переходные области: стеноледниковая (южная часть Карского моря) и протоледниковая (дельта р. Маккензи – шельф моря Бофорта). Арктическая континентальная окраина в четвертичное время выделяется в мегапровинцию, состоящую из седиментационных бассейнов шельфов и континентальных склонов, которые находятся в режиме консолидации. На современном этапе развития (голоцен) Арктическая континентальная окраина находится в моноклиматической ситуации, формируется единый осадочный чехол – морских отложений.

Ключевые слова: ледниковая и внеледниковая Арктическая континентальная окраина, квартал, шельфовый седиментационный бассейн.

Введение

Арктическая континентальная окраина (АКО) – огромная планетарного масштаба структура, окружающая Северный Ледовитый океан (СЛО). Материковое обрамление СЛО имеет сложное геологическое строение [Тектоническая карта..., 2019]. В последние годы появилось множество обобщающих публикаций, относящихся к истории геологического развития АКО [Атлас палеогеографических..., 1991; Атлас «Геология и...», 2004; Левитан и др., 2007; Пискарев и др., 2016; Сеймо-стратиграфия, палеогеография..., 2022; Kaufman et al., 2004; Svendsen et al., 2004; Willeit et al., 2015; Dixon et al., 2019; Lion et al., 2022]. С позднего кайнозоя начинается новый (неотектонический) этап в развитии Арктической континентальной окраины: изменение межплитных границ и формирование единой структуры пассивных континентальных окраин с позднекайнозойским осадочным чехлом [Чамов и др., 2019]. Основными этапами эволюции континентального обрамления СЛО в позднем кайнозое можно определить обособление плит (ранний олигоцен) и консолидация мегапровинций, начиная с плиоцена.

АКО расположена в пределах Евразийской и Северо-Американской литосферных плит и разделена системой Атлантико-Арктических срединно-океанических хребтов. Система Атлантико-Арктических срединно-океанических хребтов представляет собой планетарную структуру, определяющую геологическое развитие Северного Ледовитого океана и сопредельных областей [Чамов, Соколов, 2022]. Для всего региона общей тенденцией является доминирование процессов аккумуляции, на западе Евразии начиная с позднего неоплейстоцена, а на востоке России – с олигоцена, в море Бофорта – с плиоцена [Друщиц, 2022].

АКО хранит множество свидетельств проявления ярких природных событий в квартале. АКО, находясь в процессе консолидации тектоно-седиментационных провинций, в квартале в условиях значительного прогрессирующего похолодания делится на две глобальные сферы: ледниковую и внеледниковую. Гляциальная сфера находилась под влиянием покровных оледенений. Для нее характерна смена ледниковых и межледниковых обстановок. Внеледниковая область развивалась благодаря трансгрессивно-регрессивной цикличности. При этом между ними можно выделить переход-

ные области. Так, обособляется континентальная окраина севера Западной Сибири, в позднем валдае шельф Карского моря находился в тыловой зоне Новоземельского ледникового массива (стеногляциал). По оригинальному сценарию шло развитие континентальной окраины северо-запада Канады: восточная часть моря Бофорта подвергалась оледенению в плиоцене и в позднем неоплейстоцене (протогляциал) [Друщиц, 2022].

Именно в четвертичном периоде смена ледниковий на более теплые межледниковья приводила к значительным колебаниям в соотношении площадей суши и акваторий. В определенные периоды шельф, континентальный склон и его подножие находились под доминирующим влиянием континентальных процессов. Облик современного рельефа в значительной мере сформирован за время последнего ледникового максимума (поздний валдай). На современном этапе развития АКО находится в моноклиматической ситуации полярного климатического пояса. В пределах АКО развита криолитозона и на суше, и на прилегающем шельфе большую часть года многие моря покрыты льдом.

Современная геодинамика изменяет рельеф и положение уровня моря.

Цель данной работы на основании имеющихся данных выяснить основные события геологической истории различных районов АКО в четвертичном периоде. В статье практически не рассматривается основной природный тренд четвертичного периода: чередование криохронов и термохронов, а изложение концентрируется на событиях, которые влияли на изменение природной обстановки, и их последствиях. В последние годы произошло изменение в геохронологической шкале четвертичного периода, поэтому основное внимание уделяется абсолютному возрасту события, чтобы сравнение изменений в природных обстановках было корректным.

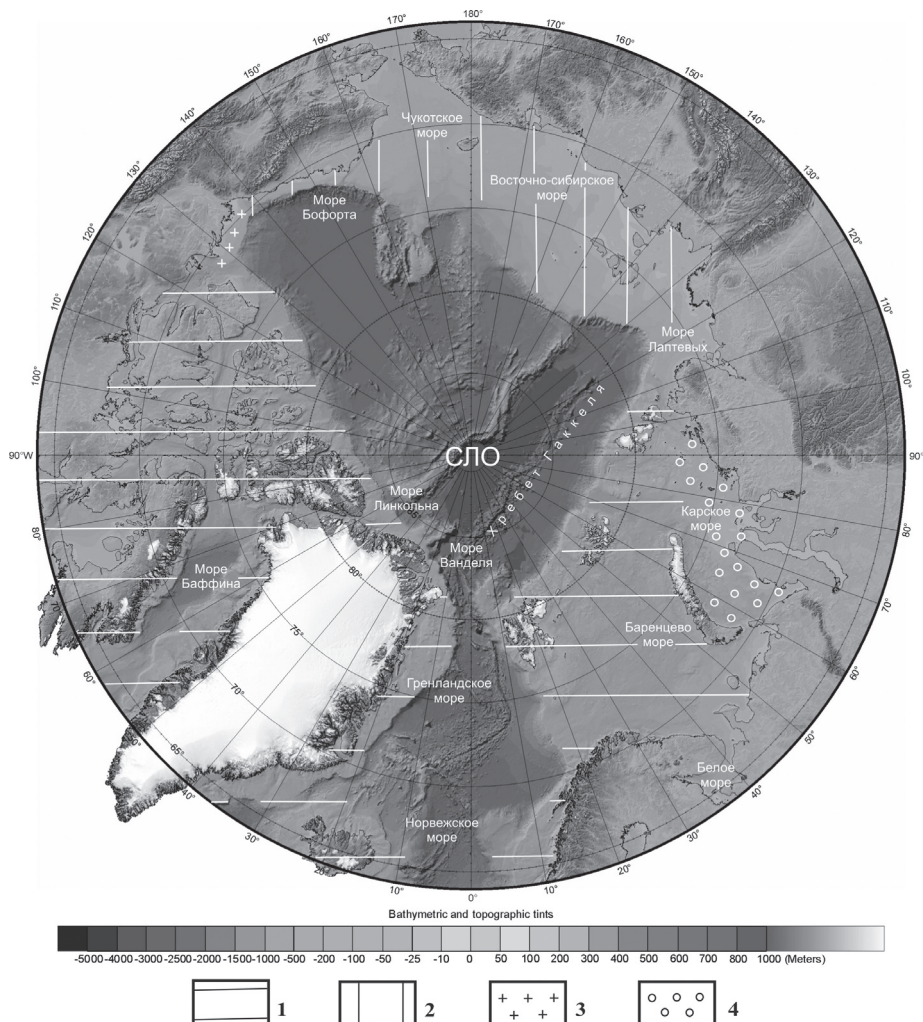
Бассейн СЛО окружен шельфовыми и внутренними морями: с запада на восток, начиная с Евразии – Баренцево (Белое) море, Карское море, море Лаптевых, Восточно-Сибирское море, Чукотское море, море Бофорта, море Линкольна, море Баффина, море Ванделя и Гренландско-Норвежское море (рис. 1).

Рис. 1. Моря Северного Ледовитого океана. Распространение ледниковых и внеледниковых континентальных окраин.

1 – ледниковые континентальные окраины; 2 – внеледниковые континентальные окраины; 3 – протоледниковая (протогляциальная) континентальная окраина; 4 – стеноледниковая (стеногляциальная)

Fig. 1. Arctic Ocean Seas. Distribution of glacial and non-glacial continental margins.

1 – glacial continental margin; 2 – non-glacial continental margin; 3 – protoglacial continental margin; 4 – stenoglacial continental margin



Степень изученности вышеперечисленных морей и связанных с ними континентальных склонов и подножий весьма неодинакова. Это без сомнения объясняется суровыми полярными условиями, делающими данные акватории труднодоступными.

**Предчетвертичная (поздний кайнозой)
геодинамика, как основа возникновения
ледниковых и внеледниковых Арктических
континентальных окраин**

АКО формируется вместе с открытием Американо-Евразийского бассейна (конец Mz) и Евразийского бассейна (начало Cz) [Сеймостратиграфия, палеогеография..., 2022]. Континентальная окраина Арктики расположена в пределах взаимодействия Евразийской и Северо-Американской литосферных плит. Процессы, действующие по их дивергентным и конвергентным межплитным границам, приводят к изменению рельефа, гидрологической и атмосферной циркуляции, литологии осадочного покрова. Главным событием, определившим дальнейшее развитие континентального обрамления Северного Ледовитого океана (СЛО) и его акватории, стал раскол Евразийской и Северо-Американской литосферных плит в Северной Атлантике в начале олигоцена (начало позднего кайнозоя). Продолжает свое формирование зона срединно-океанических хребтов, которая продвигается в СЛО. Переходная область между Северной Атлантикой и СЛО (Гренландско-Норвежский бассейн) представляет собой сложно построенную тектонически и сейсмически активную зону, со сложным динамично развивающимся рельефом. Основной структурой, определяющей развитие большей части Арктической континентальной окраины (АКО) с позднего кайнозоя до настоящего времени, является Атлантико-Арктическая рифтовая система (ААРС). ААРС оказывала и оказывает влияние на формирование рельефа АКО. Тектогенез вдоль данной системы простирается в северо-западном направлении, упирается в Канадский Арктический архипелаг. Канадский Арктический архипелаг – сложная тектоническая структура, большую часть которой занимает Свердрупский бассейн [Тектоническая карта..., 2019; Чамов, Соколов, 2022]. ААРС отделяет о. Гренландия от Северо-Американской литосферной плиты, а в северном направлении продолжается (хребет Гаккеля) до континентального склона моря Лаптевых. Хребет Гаккеля зарождается в миоцен-четвертичное время [Дараган-Суцова и др., 2020] и оказывает влияние на формирование рельефа внешнего шельфа Баренцева и Карского морей, что проявилось в образовании системы

желобов в плиоцен – четвертичное время [Верба, 2007; Леонов, Хуторской, 2010].

Рифтогенез вызвал значительный подъем западного и восточного бортов Гренландско-Норвежского бассейна. Юго-восток Гренландии и запад Скандинавского полуострова поднялись на 100 м. Воздымание шельфа Баренцева моря в миоцене вызывает активизацию эрозионных процессов, что привело к удалению в западной его части 690 м отложений. В четвертичный период эрозионный срез составляет 1100 м [Lasabuda et al., 2021]. В российской части Баренцева моря величина эрозии кайнозойского разреза достигла 1500–2000 м [Тарасов, 2015].

В восточной части российской Арктики особое положение занимает континентальная окраина моря Лаптевых. Эта структура создается вследствие встречного движения ААРС (хребет Гаккеля) и Охотско-Верхоянской рифтовой системы [Чамов, Соколов, 2022]. Эта сложная рифтогенная область принимается за конвергентную границу между Евразийской и Северо-Американской литосферными плитами. Данная переходная область между этими плитами отличается высокой мобильностью, а зона сейсмичности полностью покрывает шельф. В начале позднего кайнозоя море Лаптевых развивается в компрессионных условиях, которые заканчиваются в раннем миоцене. Далее наступает вторая фаза рифтообразования, продолжающаяся и в настоящее время [Drachev et al., 2010]. Рассчитаны скорости горизонтальных движений в области рифтовых структур в море Лаптевых: для 33–23 млн лет – 5,0 мм/год и с 20 млн лет до настоящего времени – 7,0–12,0 мм/год (вторая фаза рифтообразования) [Андиева, 2008]. Вертикальные движения имеют отрицательный знак и значения 0,0–4,9 мм/год.

В морях Восточно-Сибирском и Чукотском поздний кайнозой характеризуется спокойной тектонической обстановкой. Обычно тектонические нарушения не прослеживаются в четвертичной толще. [Друщиц, 2019].

Шельф Северной Аляски испытывает влияние двух геодинамических процессов: растяжения по северной границе вала Барроу, и продвигения складчато-надвигово пояса хребта Брукс в северо-восточном направлении (со скоростью 5 мм/год), которое генерирует деформации, начиная с плиоцена до настоящего времени. Складкообразование и сейсмичность фиксируется на шельфе залива Кэмпден [Moore, Vox, 2016]. На канадском шельфе моря Бофорта произошла реактивация юрско-меловых рифтовых дислокаций и палеоцен-раннеэоценовых структур в позднем миоцене. Разломные нарушения ограничиваются верхнемиоценовыми отложениями. Формируется мощная дельта, источник

осадочного материала находился на юго-западе, к северу от Скалистых гор. Позднее и на современном этапе дренажный бассейн располагается на юго-востоке от дельты р. Маккензи. В позднем миоцене происходит значительное падение уровня моря, которое в данной области сопровождалось тектоническими деформациями. Скорость позднекайнозойского опускания оценивается в 0,4 мм/год [Stephenson, Smolyaninova, 1999].

Мощности позднекайнозойских и четвертичных отложений

В позднем кайнозое формирование природной среды определяется тектоникой, доминирующим процессом в развитии шельфовых областей Арктики становится погружение. Образуется сплошной осадочный покров различной мощности, состоящий из чередования морских и континентальных отложений.

На востоке континентальной окраины Гренландии мощность осадков (возраст 0–3,0 млн л.) в верхней части континентального склона составляет 144 м, скорость осадконакопления в это время оценивается в 0,048 мм/год. На западной континентальной окраине Гренландии (море Баффина) мощность четвертичных осадков в нижней части континентального склона – около 2000 м [Knutz et al., 2019].

В Гренландско-Норвежском бассейне идет интенсивное осадконакопление в квартере. В некоторых случаях этот процесс приводит к образованию неогеновых нефтегазовых бассейнов на континентальных склонах. На плато Воринг (глубина 1200 м) мощность четвертичных осадков 200 м [Hjelstuen et al., 2004]. Конус выноса трога Медвежий имеет мощность 4000 м четвертичных осадков.

Шельф Баренцева и Карского морей характеризуется распространением впадин и возвышенностей, окраинных желобов. Сложный рельеф определяет мозаичное распределение четвертичных осадков. Мощности отложений квартера изменяются от 0 до 150 м. Максимальные значения (≥ 200 м) обнаружены в Печорском море и в южной части Карского моря [Тарасов, 2015].

Мощность плиоцен-четвертичного комплекса в море Лаптевых составляет 0,8–1,2 км, в Восточно-Сибирском море – 0,6–1,4 км, в Чукотском море – 1,6 км [Ким и др., 2016].

В восточной части моря Бофорта плиоцен-четвертичная толща несогласно залегает на кайнозойских и более древних отложениях, мощность ее на шельфе около 3,0 км [Dixon et al., 2019]. В то же время на шельфе Северной Аляски мощность четвертичного покрова не превышает 100 м.

Наличие тектонических нарушений обычно ограничивается миоценовой толщей, в четвертичных осадках они имеют локальное распространение. Сейсмичность приурочена к Атлантико-Арктической рифтовой системе и Беринговоморской рифтовой зоне, и области влияния складчатонадвигового пояса хребта Брукс [Чамов, Соколов, 2022]. Стоит отметить, что часто неотектонические дислокации приурочены к ранее деформированным (ослабленным) зонам [Друщиц, 2019].

Предчетвертичная геодинамика и циркуляция водных масс

В дочетвертичное время позднего кайнозоя значительную роль в осадкообразовании на континентальных склонах играли контурные течения. В ледниковые стадии преимущество приобрели массовые перемещения осадков, генерируемые ледниками. В межледниковья транспорт осадочного материала осуществляется мутьевыми потоками и контурными вдольсклоновыми течениями.

В позднем кайнозое устанавливается связь СЛО с Атлантическим и Тихим океанами. Пролив Фрама начинает формироваться в начале позднего кайнозоя (раскол между о. Гренландия и архипелагом Шпицберген), постепенно углубляясь и расширяясь. В этот же период начинает погружаться сложнопостроенный Гренландско-Шотландский хребет. К позднему миоцену (5 млн л.н.) пролив Фрама и Гренландско-Шотландский хребет достигают современных размеров и занимают современную локацию. Хребет Ховгард был над уровнем океана с ≈ 25 до 6,7 млн л.н. В общих чертах система современной циркуляции между СЛО и Атлантикой образуется в позднем миоцене. Глубина (около 3000,0 м) пролива Фрама позволяла происходить активному водообмену между океанами даже в ледниковые стадии. Однако, вследствие активной геодинамики границы между Северо-Американской и Евразийской литосферными плитами, гидрологические условия находятся в некоторой зависимости от меняющегося рельефа [Straume et al., 2020]. Почти в это же время (5,5–5,4 млн л.н.) впервые открывается Берингов пролив, и в трансгрессивные циклы действует современный тип циркуляции. Эта область испытывала значительные тектонические деформации во временной промежуток: конец среднего эоцена – миоцен. Начиная с плиоцена и вплоть до настоящего времени сдвиговые движения затухают, преобладает медленное опускание. Во время трансгрессий водные массы Берингова моря влияют на систему течений и осадконакопление в Чукотском море и в море Бофорта [Гладенков, Гладенков, 2004]. Предполагается, что Берингов пролив был закрыт в следующие временные

интервалы 4,9–4,0–3,3–2,5 млн л.н., в квартере его существование было синхронно межледниковым стадиям [Matthiessen et al., 2008.]

Предчетвертичный морской лед

Предполагается, что первые признаки распространения льдов в замкнутом бассейне, предшествующем СЛО, появились 47 млн л.н. вследствие похолодания. Эти выводы подтверждаются наличием материала ледового разноса и видовым составом диатомовых (*Synedropsis* spp.) При дальнейшем похолодании постоянный лед стал развиваться некоторых частях океана, начиная с 13–14 млн л.н., одновременно со становлением современной циркуляции между СЛО и Атлантикой [Polyak et al., 2010]. Генерация льдов в области Гренландии, на суше и в акватории, относится к позднему миоцену. Появление сезонных морских льдов уже в большинстве арктических морей происходит в плиоцене [Matthiessen et al., 2008].

Дочетвертичная и четвертичная криолитозона

В позднем плиоцене на всей окраине начинает формироваться криолитозона [Лаврушин, Алексеев, 1999; Wennrich et al., 2016]. По расчетным данным во внеледниковых областях наибольшие

мощности многолетнемерзлых пород характерны для морей Лаптевых и Восточно-Сибирского (200–600 м), а наименьшие – для шельфа Северной Аляски (250–500 м до изобаты 20 м). Для областей с чередованием ледниковых и внеледниковых условий максимальные измеренные мощности криолитозоны обнаружены в канадской части моря Бофорта (700 м), а минимальные – на шельфе Карского моря (150 м до изобаты 20 м) [Романовский и др., 2003; Taylor et al., 2014; Sherman, Constable, 2018].

АКО в четвертичном периоде

Квартер в окраинных и шельфовых морях Арктической континентальной окраины ознаменовался значительным разнообразием, обусловленным тектоническими особенностями развития в более древние эпохи особенно в позднем кайнозое.

Развивая концепцию тектоно-седиментационных систем [Чамов и др., 2019], представляется возможным определить Арктическую континентальную окраину на четвертичном этапе развития как мегапровинцию, для которой характерна консолидация отдельных тектоно-седиментационных провинций, разделяющихся на седиментационные бассейны. Седиментационные бассейны АКО в квартере формируются на шельфах и в области континентальных склонов, и материковых подножий. На этом

Таблица 1. Тектоническое районирование и распространение ледниковых, внеледниковых и переходных областей АКО.

Table 1. Tectonic zoning and distribution of glacial, non-glacial and transitional regions of the Arctic continental margin



этапе данная мегапровияция также разделяется на две сферы ледниковую и внеледниковую, которые развиваются по различным сценариям.

В последние годы появилось огромное количество публикаций, касающихся геологии АКО. На основании этих работ можно определить, что распространение различных природных обстановок квартера Арктической континентальной окраины зависит от расположения тектонических провинций и отдельных тектонических структур [Тектоническая карта..., 2019; Соколов и др., 2020] (табл. 1). Так, ледниковые континентальные окраины находятся в области влияния срединно-океанических хребтов. Внеледниковые континентальные окраины занимают рифтогенное море Лаптевых (Лаптевоморская микроплита) и микроплиту Арктическая Аляска-Чукотка (северная часть Берингии).

Стоит отметить, что в эпоху последнего ледникового максимума (поздний валдай, сартан, висконсин) формируются переходные зоны между ледниковыми и внеледниковыми континентальными окраинами, на площади которых происходили нарушения в циклической смене природных обстановок в течение четвертичного периода. Это **шельф Карского моря**, который находился в окружении разного рода ледниковых систем (Новоземельский ледник, ледник плато Путоран, ледники архипелага Северная Земля, долинные ледники Урала) и характеризовался очень суровыми природными условиями в позднем валдае [Svendsen et al., 2004]. Такую природную обстановку можно назвать стеноледниковой (стеногляциальной). **Шельф восточной части моря Бофорта** – переходная зона, которая в последний ледниковый максимум находилась в непосредственной близости от фронтальной зоны Лаврентийского ледникового щита (протоледниковая (протогляциальная) континентальная окраина) [Друщиц, 2022]. Канадский шельф моря Бофорта ограничивался трогами (тектонического и ледникового генезиса), которые отделяли его на западе от внеледниковой окраины севера Аляски, а на востоке от ледниковой окраины Канадского Арктического архипелага.

Канадский Арктический архипелаг в настоящее время представляет собой островной шельф, через проливы которого осуществляется связь СЛО и моря Баффина. Современный облик этой структуры формировался с позднего мела до миоцена в процессе Эуреканского рифтинга, в результате окончательно сложилась мозаика островов и разделяющих их проливов. Землетрясения распространены на севере и востоке архипелага. Отмечается, что гляциоизостазия незначительна. Гораздо ярче проявляются современные вертикальные тектонические движения (8–13 мм/год) [Аветисов, 1995]. Величина скорости осадконакопления в раннем

голоцене равнялась 1,34 мм/год, и к современному этапу снизилась до 0,07 мм/год [Wegner et al., 2015].

Область между Гренландией и архипелагом Шпицберген после открытия ее в начале позднего кайнозоя испытывает значительные перестройки и в четвертичном периоде, которые оказывают влияние и на природные условия Северной Атлантики, и обстановку в СЛО. Эта область характеризуется повышенной сейсмичностью, особенно это касается моря Баффина, хребта Книповича, хребта Гаккеля, запада и севера Европейской континентальной окраины. В пределах Лаптевоморской плиты проявляются сильные землетрясения. Землетрясения фиксируются в береговой зоне севера Чукотки, в восточной части шельфа севера Аляски, в береговой зоне и на внешнем шельфе канадской части моря Бофорта [Чамов, Соколов, 2022]. Как отмечает Ю.А. Лаврушин [2009] в Западной Арктике в позднечетвертичное время развитие океанских событий имело нестабильный, прерывистый, импульсивный характер, что вызывало значительные изменения природных условий в разных районах Арктики. Это положение можно отнести и ко всему квартеру.

Ледниковые континентальные окраины

Ледниковые континентальные окраины отличаются интенсивной динамикой: каждый последующий ледниковый цикл уничтожает множество следов предыдущего цикла. Вследствие этого большая часть исследовательских работ содержит материалы, касающиеся позднего валдая. Большое количество публикаций относится к описанию событий, имевших место в течение голоцена.

В течение четвертичного периода оледенениям подвергались следующие континентальные окраины: Канадского Арктического архипелага, Гренландии, Скандинавского полуострова, архипелагов Шпицберген, Земли Франца Иосифа, Новой Земли, Северной Земли (рис. 1). Следует заметить, что АКО на шельфе разделяется субширотными и субмеридиональными островными группами, которые в гляциальные эпохи покрывались ледниками, часть этих ледников сохраняется и в термохроны. Моря АКО и в настоящее время большую часть года покрыты льдом и труднодоступны.

Получены результаты, из которых следует, что Гренландский ледниковый покров существовал на восточном побережье около **7 млн л.н.**

Начало плиоцена ознаменовалось климатическим оптимумом, что выразилось в увеличении значений температур и в повышении уровня моря. Переход к суровым четвертичным климатическим обстановкам имел постепенный характер и начал-

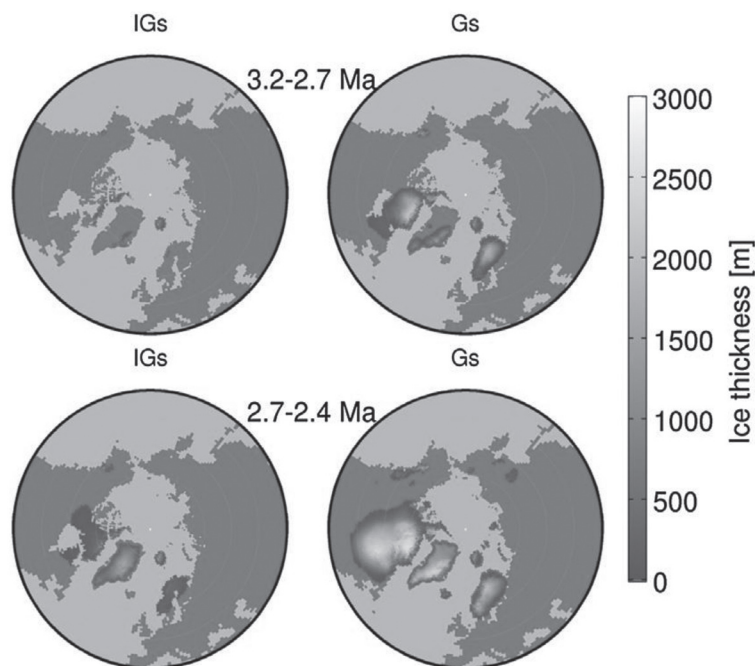


Рис. 2. Средняя мощность ледникового покрова во время межледниковий (слева) и ледниковый (справа) 3,2–2,7 млн л.н. Средняя мощность ледникового покрова во время межледниковий (слева) и ледниковый (справа) 2,7–2,4 млн л.н. [Willeit et al., 2015].

Fig. 2. Mean ice thickness during interglacials (left) and glacials (right) for the interval 3.2 and 2.7 Ma and for the interval 2.7 and 2.4 Ma [Willeit et al., 2015]

ся в позднем плиоцене (3,600–2,588). В последнее время предполагается, что в северном полушарии ледники стали возникать в позднем плиоцене, постепенно захватывая все большие площади (рис. 2). На рисунке можно увидеть, что зарождение ледниковых покровов связано с Атлантико-Арктической рифтовой системой.

Континентальная окраина Гренландии в квартере

На севере о. Гренландия расположено **море Линкольна** (между о. Элсмир и Гренландией, на траверсе пролива Нарес). В это море стекали ледники Гренландии и Канадского Арктического архипелага, а затем они достигали хребта Ломоносова и поднятия Моррис Джекзуп виде шельфового льда и айсбергов. Сейчас в море стекают ледники Гренландии, образуя айсберги. Некоторые фьорды заняты паковыми льдами. **Пролив Нарес** (длина 530 км, ширина 120 км, глубина ≤ 200 м) фиксирует дивергентную границу между Гренландской и Северо-Американской плитами, окончательно сформировался в позднем кайнозое, соединяет море Линкольна и море Баффина.

Море Вандела сформировалось в результате рифтинга между Северо-Американской и Евразийской литосферными плитами в начале кайнозоя. Современный рельеф этого бассейна является результатом позднемiocенового воздымания с последующей эрозией различными процессами. Море почти круглогодично покрыто многолетним льдом, который местами разрушается в конце лета.

Море Баффина – северо-западное продолжение Северо-Атлантической рифтовой системы, характеризуется наличием океанической коры, и отличается значительной сейсмической активностью. Этот бассейн относится к внутренним морям. Зафиксированы землетрясения с магнитудой ≥ 6 баллов. Максимальная глубина 2300 м, средняя глубина меньше 800 м. В течение четвертичного периода в море Баффина разгружались ледники запада Гренландии, островов Канадского Арктического архипелага и Лаврентийского ледникового щита.

Гелазий (2,588–1,806)

Ледники Гренландии достигали края шельфа (восточное побережье моря Баффина) несколько раз (11) через трог залива Мелвилл (самый крупный трог Гренландии). Первый раз **2,7 млн л.н.**, сформировав 2-х километровую толщу отложений. В настоящее время 16 % Гренландского ледникового щита дренируется в этот залив [Knutz et al., 2019].

Фьорд Индепенденс (**море Ванделя**) возник **2,5 млн л.н.**, за счет гляциальной эрозии (расчитанная скорость 0,5–1,0 мм/год). Для берегов и фьордов эрозия за этот период составляет в среднем 350 м, для шельфа – 167 м [Pedersen et al., 2019].

В заливе Скорсби (Гренландское море) и максимальное поднятие, и максимальный эрозионный срез имели место до **2,5 млн л.н.** [Pedersen et al., 2019].

В заливе Скорсби начинает возникать система фьорд-трог-конус выноса **2,14 млн л.н.** Конус выноса расположен на глубине около 1700 м. Мощность осадков около 2000 м, проградация шельфа – 45 км в четвертичном периоде [Laberg et al., 2018].

В море Баффина, на основании изучения осадков шельфа, содержащих значительное количество наземных и морских органических остатков, получены данные, что **1,9 млн л.н.** и побережье, и шельф были свободны ото льда. Ландшафт побережья был похож на современный [Christ et al., 2020].

Земля Пири, северный п-ов Гренландии, разделяет море Линкольна и море Ванделя. На восточном борту полуострова, из формации Кейп-Кобенхавн (4,0–0,7 млн л.) были отобраны образцы осадков, в которых присутствовали ДНК злаковых растений и млекопитающих. Морские виды из этих отложений, также свидетельствуют о более теплом, чем современный, климате. На основании комплекса анализов этих образований был установлен возраст **2,1–1,9 млн л.**, когда в этой области господствовали бореальные условия [Kjær et al., 2022].

Эоплейстоцен (1,806–0,781)

Считается, что начальная стадия похолодания на острова Бэнкс (западная граница моря Канадского Арктического архипелага) наступила **1,77–1,07 млн л.н.** [Barendregt et al., 1998].

В море Баффина на основании сейсмических исследований, начиная с **1,3 млн л.н.**, зафиксировано 6 пересечений шельфа ледниковыми потоками. по ледниковым формам рельефа, сохранившимся в осадочной толще шельфа и континентального склона. Эти формы представлены протяженными параллельными линейными грядами длиной 1–10 км, шириной 100–200 м и высотой 10–20 м [Newton et al., 2020]. В течение четвертичного периода шельф в районе залива Мелвилл шельф продвинулся на 100 км в сторону моря вследствие аккумуляции ледниковых образований (рис. 3).

К северу от залива Мелвилл, в центральной части западного побережья Гренландии, расположена система фьорд-трог-конус выноса Уумма-нак. В этом районе шельф переместился в сторону моря на 200 км в течение четвертичного периода. Глубина края шельфа изменяется от 500 до 700 м. Система фьорд-шельф-склон имеет длину 400 км, конус выноса начинается с глубин около 1500 м [Dowdeswell et al., 2014].

Шельф залива представляет собой осадочный бассейн с мощностью осадков около 10000,0 м. На профилях рис. 3 показана толща ледниковых отложений, сформированная за 2,7 млн л.н. в заливе Мелвилл, трог которого развивается с эоцена. В квартере ледниковые покровы пересекали шельф 11 раз и отложили почти 2 км осадков. Профиль (а) подвергнулся значительной эрозии, а на профиле (b) показан полный, почти ненарушенный разрез четвертичных отложений. Внутренний шельф

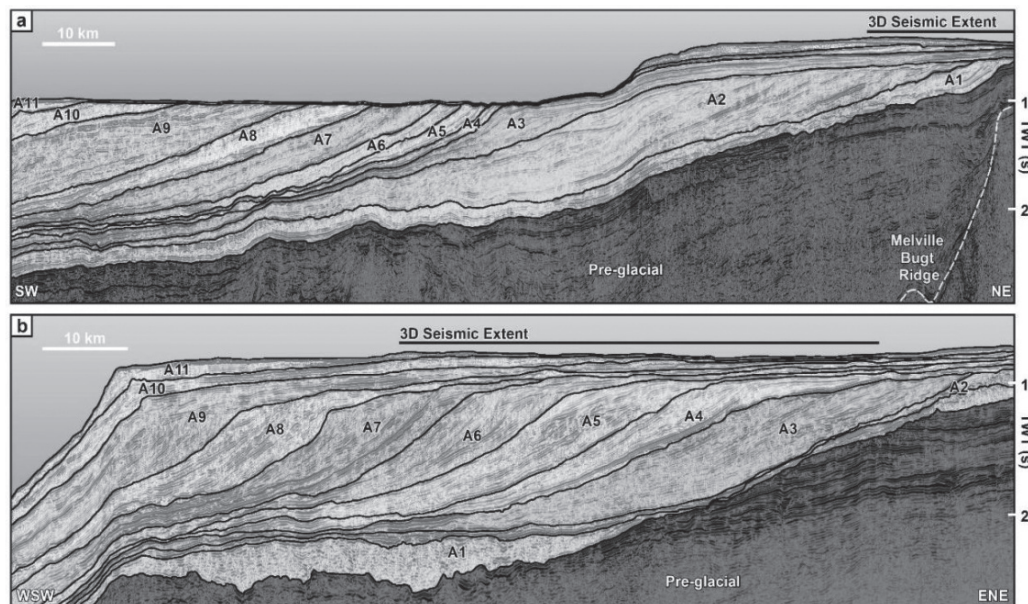


Рис. 3. Сейсмические профили трога залива Мелвилл в северной части (а) и в южной части (b) [Newton et al., 2020].

Fig. 3. Seismic profiles of the Melville Bay trough in the northern part (a) and in the southern part (b) [Newton et al., 2020]

на обоих профилях характеризуется меньшими мощностями четвертичных осадков по сравнению с внешней частью. Это объясняется ледниковой эрозией, которая продолжалась на внутреннем шельфе. Установлено, что комплексы А9–А7 были отложены в течение **1,3–0,43 млн л.н.** (периода наиболее интенсивных оледенений).

Неоплейстоцен (0,781–0,011)

В среднем неоплейстоцене (MIS 6) в **море Линкольна** были условия благоприятные для производства айсбергов. Море было занято шельфовым ледником, начиная с **30 тыс. л.н.** Он расширился до последнего ледникового максимума. Выводные ледники и шельфовый лед формировали максимальное количество айсбергов, которые достигали СЛО и пролива Фрама, **22 тыс. л.н.** Шельфовый лед стал разрушаться **16 тыс. л.н.** и исчез **10,1 тыс. л.н.** под влиянием теплых атлантических вод, проходящих через пролив Фрама [Larsen et al., 2010].

В позднем неоплейстоцене море Баффина находилось под влиянием Лаврентийского Иннуитского и Гренладского ледниковых покровов. Максимальное распространение льда имело место **72–63 тыс. л.н.** Почти полное отсутствие материала ледового разноса в разрезах **последнего ледникового максимума** скважин моря Баффина дает возможность объяснения этого явления, как распространение мощного шельфового и многолетнего морского льда. Этот лед блокировал продвижение покровных ледников на шельф. Материал ледового разноса появляется в разрезах скважин, датированных **16,5 тыс. л.** Мощность шельфового льда **22 тыс. л.н.** в северной части моря Баффина достигала 500 м [Couette et al., 2022].

Немного южнее моря Вандела, на 79° N, на шельфе смежном с проливом Фрама, нет следов ледника, доходившего до края шельфа в валдай-

ское время. Обнаружены только борозды выпаживания айсбергами. Осадки, датированные **25,0–17,5 тыс. л.**, содержат множество хорошо сохранившихся планктонных и бентосных фораминифер, что свидетельствует о том, что здесь действовало относительно теплое подповерхностное течение [Rasmussen et al., 2022].

Континентальная окраина северо-востока Гренландии характеризуется развитием фьордовых систем, которые наследуют мезозойские и раннекайнозойские тектонические нарушения, по которым развивалась речная сеть в дочетвертичное время. Во время последнего ледникового максимума ледники севера и северо-востока Гренландии достигали края шельфа. Дегляциация шельфа началась **20,0 тыс. л.н.** и ледник сократился до береговой зоны **12,8–10,1 тыс. л.н.**, а до современного положения **10,8–5,8 тыс. л.н.** Установлено, глубокие фьорды освобождались ото льда быстрее, чем более мелкие и возвышенные участки. Скорость осадконакопления – 7,5 мм/год 45 т.л.н., около 12 т.л.н. – 175 мм/год [Larsen et al., 2022].

В **последледниковье** на севере побережье Гренландии поднялось на 100 м, поднятие Канадского Арктического архипелага колебалось от 100 до 40 м, центральная часть о. Баффина поднялась на 180 м, а восточное побережье – на 40 м [Hasegawa, 1988].

Голоцен (0,011–)

Пролив Нарес открылся **8,3 тыс. л.н.** В это время разрушился массив слияния Гренландского ледникового покрова и Иннуитского ледникового покрова (Канадский Арктический архипелаг), и образовалась связь моря Линкольна и моря Баффина. Скорость осадконакопления – 0,7 мм/год. Уникальной чертой пролива является образование ледяных арок в его северной и южной частях (рис. 4). В **море Линкольна** образуются мощные



Рис. 4. Фото ледяной арки в проливе Нарес 21 июня 2021 г. (MODIS) on NASA's Terra satellite

Fig. 4. Photo of an ice arch in the Nares Strait on June 21, 2021 (MODIS) on NASA's Terra satellite

паковые льды, которые сильными ветрами нагромождаются в проливе. Они препятствуют проникновению льда и опресненных холодных вод СЛО в море Баффина и поддерживают существование полыньи в южной части пролива [Georgiadis et al., 2018]. Арки образуются зимой и тают в начале лета. Современное потепление климата приводит к уменьшению мощности арктического льда, и в последние годы существование арок сократилось с 150 дней до 102. В некоторые годы арки исчезают [Moore et al., 2021].

Особенностью **моря Баффина** является Северная полынья (North Water Polynya), расположенная в устье пролива Смита. Она образовалась 10,4 т.л.н. Существование полыньи зависит от циркуляции водных масс (взаимодействия теплого Западного Гренландского течения и холодных Арктических вод, поступающих из системы проливов Нарес). Следует отметить и влияние ледового материала выводных ледников Канадского Арктического архипелага, ледников северо-запада Гренландии и дрейфующих льдов проливов Нарес, Джонс, Ланкастер. С запада по проливу Джонс проникают тихоокеанские воды [Stevenard et al., 2021].

В море был период с летними температурами, превышающими современные, и акваторией свободной ото льда 8–5 тыс. л.н. Позднеголоценовая скорость осадконакопления 0,4–0,6 мм/год [Nørgaard-Pedersen et al., 2016].

Континентальная окраина Северо-Западной и Северной Европы в квартере

Гелазий (2,588–1,806)

Шельф Норвегии продвинулся в сторону моря на 100 км за четвертичный период. В начале четвертичного периода к северу от Шпицбергена средняя скорость осадконакопления и эрозии оценивается в 0,21 мм/год и 0,16 мм/год, соответственно. В центральной части континентальной окраины Норвегии скорость осадконакопления была 0,20 мм/год, эрозии – 0,10 мм/год [Lien et al., 2022].

Гренландско-Норвежский бассейн занимает промежуточное положение между СЛО и Северной Атлантикой, окружен континентальными Гренландии и Северо-Западной Европы. Он имеет сложную геологическую историю и, как указывалось выше, образовался в раннем олигоцене вследствие формирования дивергентной границы между Северо-Американской и Евразийской литосферными плитами. Гренландско-Норвежский бассейн отличается активной тектоникой. Так, **хребет Ховгард** в проливе Фрама опустился на 2,5 км **2,5 млн л.н.**, что повлияло на становление межокеанической циркуляции. **Хребет Киповича**

формируется в течение четвертичного периода и смещается к востоку [Соколов, 2011; Knies et al., 2014].

Эоплейстоцен (1,806–0,781)

Первое распространение ледника до края шельфа Норвегии произошло **1,1 млн л.н.**

В течение **1,5–0,8 млн л.н.** на шельфе западной части Баренцева моря скорость осадконакопления достигала 1,0 мм/год, а эрозии – 0,41 мм/год, на континентальной окраине Норвегии эти скорости были ниже: 0,25 мм/год и 0,1 мм/год [Lien et al., 2022].

По данным сейсмических исследований и глубоководного бурения в районе изгиба хребта Мона-Книпович установлено, что после **1,3 млн л.** тектоническая активность в бассейне смещается к западу. Замечена асимметрия в строении рифтовых долин: на востоке фиксируется интенсивное осадконакопление, а на западе – рельефообразование. Асимметричные тектонические процессы все еще активны, движение разломов носит эпизодический, а не непрерывный характер. Просчитывается эпизодическая различной степени активность разломов на разных бортах рифтовых долин северной части Атлантического хребта [Bruvoll et al., 2009].

По данным анализа разреза скважины ODP 909, расположенной на глубине 2519 м, в бассейне Моллой, развитие конусов выноса в устьях трогов происходит **1,3–1,2 млн л.н.** на северо-западе Баренцева моря. Уменьшение интенсивности эрозии Баренцево-Карского ледникового щита фиксируется **0,78 млн л.н.** Скорость осадконакопления 2,6–1,1 млн л.н. была 0,08 мм/год [Gruetzner et al., 2022].

Неоплейстоцен (0,781–0,011)

В завершающую фазу четвертичного периода (**0,8–0 млн л.н.**) скорость осадконакопления на континентальной окраине Шпицбергена составляла 0,08 мм/год в трог Бьорноя – 0,23 мм/год, скорость эрозии – 0,1 мм/год. На континентальной окраине центральной Норвегии скорость седиментации – 0,28 мм/год, скорость эрозии – 0,15 мм/год [Lien et al., 2022].

На континентальном склоне юго-запада Баренцева моря, на глубине 1270 м, находится грязевой **вулкан Хаакон Мосби**, который образовался **330,0 тыс. л.н.** Эта постройка (ширина 1,0 км, высота 10,0 м) расположена в центре оползня острова Медвежий, на расстоянии [Perez-Garcia et al., 2009].

В течение четвертичного периода геодинамика зоны срединно-океанических хребтов оказывает на

формирование рельефа Гренландско-Норвежского бассейна. **Плато Воринг** (расположено на глубинах 1100–1400 м) опустилось на 300 м за последние **250 тыс. л.**, движение происходило со скоростью 1,2 мм/год [Hjelstuen et al., 2004].

Гляциоизостазия. Мощность ледника позднего валдая была около 1,5 км на северо-западе Европейской АКО. Скорости последникового подъема на севере этого бассейна распределялись следующим образом: на востоке Шпицбергена – 1,2–1,6 мм/год, на Земле Франца Иосифа 1,1 мм/год, на Новой Земле – 0,8 мм/год. Дегляциация северо-запада Шпицбергена началась 13 тыс. л.н. [Forman et al., 2004]. Последникового гляциоизостатический подъем Скандинавского п-ова составил 100–800 м [Mörner, 2015].

Вулканизм. На архипелаге Шпицберген (700,100 тыс.л.н.) и острове Ян-Майен (около 500, 90, 10 тыс. л.н. и в историческое время) действуют вулканы в течение четвертичного периода [Ladygin et al., 2003; Larsen et al., 2021].

Подводные конусы выноса и оползни. Шельф и континентальный склон АКО прорезаны фьордами, долинами, трогами и каньонами. Часть из них – это затопленные речные долины. Троги часто наследуют дочетвертичные депрессии. Кроме того, отрицательные формы рельефа были созданы ледниковыми процессами. Продвижение ледников, гляциального и флювиогляциального материала по шельфу и континентальному склону происходило по вышеназванным структурам. В криохроны активизируется оползневая деятельность. Наи-

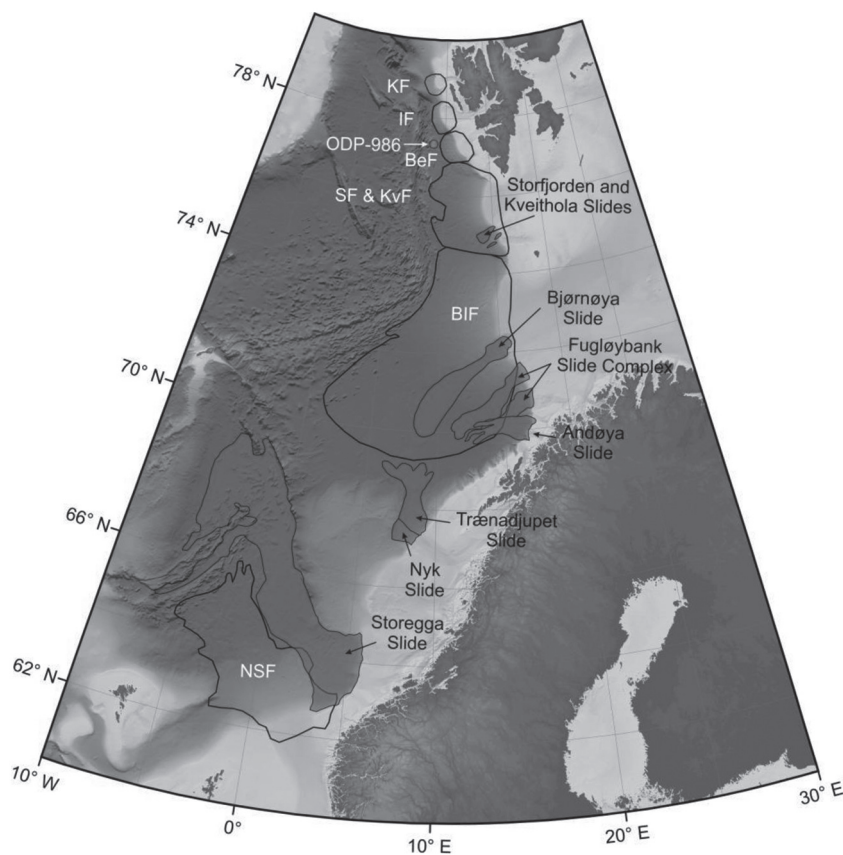


Рис. 5. Распространение подводных конусов выноса (оконтурены черной линией) и подводных оползней (красные поля) на континентальной окраине Северо-Западной Европы [Serra, 2016].

KF – конус выноса Конгсфьорд; IF – конус выноса Исфьорд; BeF – конус выноса Белсунд; SF – конус выноса Сторфьорд; KvF – конус выноса Квейтола; BIF – конус выноса Медвежьего острова; NSF – конус выноса Северного моря. С севера на юг: оползни Сторфьорд и Квейтола (возраст, ≤ 200 т.л.); оползень Медвежий (≈ 330 т.л.); оползневой комплекс Фуглойбэнк (≥ 10 т.л.); оползень Андоа (≤ 10 т.л.); оползень Тренадьюпет (4 т.л.); оползень Ник ($\geq 16,2$ т.л.); оползень Сторегга (≤ 200 ка).

Fig. 5. Distribution of submarine fans (black lines) and submarine landslides (red shapes) at the continental margin of NW Europe [Serra, 2016].

KF – Kongsfjorden Fan; IF – Isfjorden Fan; BeF – Bellsund Fan; SF – Storfjorden Fan; KvF – Kveithola Fan; BIF – Bear Island Fan; NSF – North Sea Fan. From north to south: Storfjorden and Kveithola Slides (age, ≤ 200 ka); Bjornøya Slide (≈ 330 ka); Fugloybank Slide (≥ 10 ka); Andøya Slide (≤ 10 ka); Tranadjupet Slide (4 ka); Nyk Slide (4 ka); Storegga Slide (8,2 ka)

более яркие следы ее проявления характеризуют Норвежско-Шпицбергенскую континентальную окраину. Такая ситуация провоцируется наличием огромных массивов ледниковых осадков и сейсмичностью [Баранов и др., 2018]. Массовое движение осадочного материала по системе фьорд–трог заканчивается образованием конусов выноса на континентальном склоне и его подножии. Предполагается наличие конусов выноса на континентальной окраине севера Европы: конусы выноса желобов Франц-Виктория, Св. Анны, Воронина.

На северо-западе континентальной окраины Европы образуется система трог – конус выноса Сторфьорд на глубинах 420–2300 м **2,5–2,3 млн л.н.** В этом конусе выноса к **1,5 млн л.н.** отложилось 2000 м осадков, при скорости осадконакопления 0,73 мм/год, что в 20 раз превышает скорость осадконакопления в палеогене и неогене.

Трог о. Медвежий служил дренажной системой для баренцевоморского ледового покрова. Этот трог (ширина 150 км, глубина 500 м) пересекает шельф и заканчивается конусом выноса, который протягивается от края шельфа до глубины 3000 м. Мощность конуса выноса 3500 м.

Самые древние осадки конуса выноса Медвежий имеют возраст **1,6 млн л.** Скорость осадконакопления конуса выноса Медвежий достигала 1,3 мм/год в интервал времени 1,3–1,0 млн л.н. Конус выноса Медвежий **1,3–0,2 млн л.н.** формировался за счет поступления ледниковых осадков и отложений и оползней. В течение **0,78–0,50 млн л.** три крупных оползня достигли этого конуса выноса. Проксимальная часть конуса выноса представляет собой переслаивание ледниковых илов, турбидитов и хемипелагических отложений. Крупный оползень Медвежий произошел между **0,3 и 0,2 млн л.н.** На основании изучения строения и состава осадков этого конуса показано, что за последние 140 тыс. лет ледник достигал края шельфа **68,0–60,0, 39,4–36,0, 26,6–20,9** тысяч лет назад [Pope et al., 2016].

Оползни, связанные с активностью Шпицбергенской зоны разломов сформировались до **130 тыс. л.н.** [Osti et al., 2017].

На рисунке 5 показано распространение конусов выноса образованных в устьях трогов, берущих свое начало на шельфе, и оползней, формирующихся в четвертичном периоде.

Часто системы трог – конус выноса и отдельные оползневые массы осадков наследуют более древние отрицательные формы рельефа и продолжают заполнять осадочные бассейны. При движении по склону 8,2 тыс. л.н. оползень Сторегга срезал 600 м отложений газового месторождения Ормен Ланге, расположенного в склоновом бассейне мел-палеоценового возраста [Bryna et al., 2005; Grecula

et al., 2014]. В южной части континентальной окраины Норвегии (на глубине 384 м) открыто небольшое газовое четвертичное (средний неоплейстоцен) месторождение Пеон. Коллектор (расположен на расстоянии около 500 м от дна) – ледниковые пески. Коллектор покрыт ледниковыми и межледниковыми глинами.

Голоцен (0,011–)

Для Арктического региона на основании комплекса методов, а также обобщения исследований озерных осадков были установлены следующие тенденции в развитии ледников в течение голоцена: $\geq 50\%$ ледников и ледниковых покровов уменьшилось в размерах или исчезло 10 тыс. л.н. То же случилось и с $\geq 90\%$ ледниковых массивов 7–6 тыс. л.н. Ледники возобновили рост 4,5–3 тыс. л.н. и после 2,0 тыс. л.н. Отмечается, что и увеличение, и уменьшение размеров ледников не было синхронным, а изменялось и внутри области, и от региона к региону [Kaufman et al., 2004]. В Скандинавии размер ледников уменьшился, или они совсем исчезли 10,7–7 тыс. л.н., после 6 тыс. л.н. происходит их формирование или рост.

Архипелаг Шпицберген характеризуется сокращением площади ледников 11,2–7,4 тыс. л.н. и увеличением их размера после 4,9 тыс. л.н. В российской Арктике эта тенденция также сохраняется. На Земле Франца Иосифа процесс дегляциации начался 10,3 т.л.н., площадь оледенения разрасталась после 6,7 тыс. л.н. [Анисимов и др., 2017].

Распределение скоростей осадконакопления на ледниковых континентальных окраинах в голоцене (табл. 2) демонстрирует влияние на величину этого показателя послеледниковых процессов. Особенно ярко эта зависимость проявляется в море Баффина. С другой стороны заметна тенденция в выравнивании интенсивности седиментации в области шельфа.

Внеледниковые континентальные окраины

На внеледниковых континентальных окраинах в течение четвертичного периода осадкообразование и рельефообразование определялись трансгрессивно-регрессивными циклами. Осадочный чехол складывается чередованием континентальных и морских отложений. Несомненно, в это время происходят тектонические перестройки, влияющие на формирование рельефа, на распределение и структуру осадков.

Внеледниковая АКО также подтверждена оползневой деятельностью, обычно они концентрируются в областях тектонической активности и значитель-

Таблица 2. Скорости осадконакопления (мм/год) на АКО (ледниковые регионы) в голоцене [Иванова, Мурдмаа, 2001; Левитан и др., 2008; Русаков и др., 2019; Smith et al., 2002; Stevenard et al., 2021; Davies et al., 2022].

Table 2. Sedimentation rates (mm/year) on the Arctic continental margin (glacial regions) in the Holocene [Иванова, Мурдмаа, 2001; Левитан и др., 2008; Русаков и др., 2019; Smith et al., 2002; Stevenard et al., 2021; Davies et al., 2022]

АКО Возраст	Море Баффина	Гренландское море	Норвежское море	Баренцево море	Карское море
Поздний голоцен	39,0 шельф	2,0-13,6 шельф; 0,02-2,8 континентальный склон	0,23-28,0 шельф; 0,33-2,1 континентальный склон	0,25 –шельф; 0,33-2,1 континентальный склон	2,0-2,5 шельф; 7,82 Обь-Енисейское мелководье
Средний голоцен	70,0 шельф	0,8 шельф			0,10 шельф; 0,56 континентальный склон
Ранний голоцен	500,0 шельф	1,1-1,6 шельф	1,2 континентальный склон; 0,02 континентальное подножие	1,1 шельф; 0,36 континентальный склон	0,47 шельф

ных толщ неконсолидированных отложений, наиболее благоприятное время для их генерации – падение уровня моря и начало трансгрессивной фазы [Баранов и др., 2018].

Лаптевоморская континентальная окраина в квартере

Современная геодинамика этой континентальной окраины проявляется в распространении активных разломов и землетрясений с магнитудой ≥ 6 . Рифтогенный седиментационный бассейн акватории моря Лаптевых расположен на Лаптевоморской микроплите, с плиоцена испытывает опускание. Как реакция на рифтинг на шельфе, в восточной и западной частях бассейна господствуют режимы сжатия. На прилегающей суше распространен переходный тип деформационных режимов и режим сжатия [Имаева и др., 2017].

Неотектонические нарушения зафиксированы на шельфе и в верхней части континентального склона. На склоне по ним развиваются каньоны. У подножия склона развиты многочисленные деформации сопряженные с хребтом Гаккеля. На шельфе новейшие разломы приурочены к узким зонам, совпадающим с районами проявления современных землетрясений [Рекант, Гусев, 2009].

Большое влияние на геологическое развитие этого бассейна оказывают трансгрессивно-регрессивные циклы. В регрессивные циклы шельф представлял собой прибрежные равнины с массивами едомы, с речной сетью, которая протягивалась до края шельфа. Мощность четвертичных

осадков в море Лаптевых изменяется от первых метров до 500,0 м [Друщиц, 2019].

На континентальной окраине в западной части **моря Лаптевых** верхняя часть осадочного чехла состоит, главным образом, из аллювия рек Хатанга и Анабар и морских осадков. У подножия континентального склона (на глубине 3200 м) обнаружен конус выноса, образованный гляциальным материалом, сносимым с п-ова Таймыр, архипелага Северная Земля и проникающим через пролив Вилькитского в **раннем валдае**. Современная скорость осадконакопления на шельфе составляет 0,4 мм/год, а в верхней части континентального склона – 0,5 мм/год [Kleiber et al., 2001]. Скорость осадконакопления в постгляциальное время, в раннем голоцене и начале среднего голоцена составляла 3,5 мм/год, позже происходит ее снижение до 0,14 мм/год [Wegner et al., 2015].

Ярким событием голоцена стал распад Котельническо-Святоносского поднятия. В результате активных блоковых движений произошло затопление Земли Бунге и формирование проливов с полным обособлением островов [Государственная геологическая..., 2016].

Континентальная окраина морей Восточно-Сибирского, Чукотского и западной части моря Бофорта в квартере

Вышеперечисленные акватории расположены на микроплите Арктическая Аляска-Чукотка. Основная тенденция их развития в четвертичное время – погружение. Доминируют процессы аккумуля-

муляции на фоне трансгрессивно-регрессивных циклов.

В **Восточно-Сибирском море** на основании сейсмоакустического профилирования на внутреннем шельфе удалось выделить несколько комплексов в плиоцен-четвертичной толще. Самый мощный плиоцен-эоплейстоценовый комплекс в Колымском заливе имеет мощность 180 м. Мощность голоценовых отложений изменяется от нескольких сантиметров до 10,0 м [Жамойда и др., 2020].

Рельеф внешнего шельфа представляет собой долинную сеть, врез которой возрастает с глубиной. Врезы чередуются с гребневидными водоразделами. В данной части шельфа распространены среднеэоплейстоценовые плотные глины, которые перекрыты голоценовыми осадками – глинистыми илами. Долинная сеть, видимо образовывалась в регрессивные циклы [Гусев и др., 2012].

Дискуссионным вопросом четвертичной истории Восточно-Сибирского моря является: существовал ли ледник на о. Новая Сибирь в среднем эоплейстоцене. Средняя мощность квартера в Восточно-Сибирском море составляет почти 110 м. Скорость седиментации на континентальном склоне Восточно-Сибирского моря равна 0,126 мм/год, а на континентальном подножии – 0,02 мм/год [Левитан и др., 2007]. Большая часть тектонических нарушений не затрагивает четвертичный чехол.

Извержения вулканов имели место в квартере (1,2–0,4 млн л.н.) на островах Де Лонга (Восточно-Сибирское море) [Шманык, 2021].

На островах Котельном и Врангеля зафиксировано сокращение ледников 10–9 тыс. л.н. Последующее похолодание захватило о. Котельный 8–7 тыс. л.н. [Большаинов, 2008].

Континентальная окраина Чукотского п-ова отличается сложным строением значительной тектонической активностью в течение четвертичного периода. Возможно, это связано с тектоникой Берингово-морского рифта. Происходит реактивация Колучинско-Мечигменского рифта, формирование наложенных впадин в береговой зоне, образование грабена Геральда. В береговой зоне северо-востока Чукотского п-ова фиксируются сильные землетрясения с магнитудой 4–7. Нарастание шельфа в течение квартера было незначительно и составило 10–20 км.

Обнаружены ледниковые осадки и формы рельефа: морены, холмы осадков зон оседания шельфового льда, гляциотурбидиты и отложения дебрис-флоу; мегамасштабная ледниковая линейность, захороненные подводные долины, айсберговые борозды выпаживания – на внешнем шельфе Чукотского моря, на Чукотском поднятии и на хребте Нортвинд [Dove et al., 2014]. Мощность четвертичных осадков на шельфе – около 100 м.

На континентальной окраине Берингии расположены три крупных трога: трог Де Лонга, Западный подводный (Bathymetric) трог и Широкий подводный (Bathymetric) трог (оба в области Чукотского поднятия). На восточной окраине Чукотского поднятия обнаружен глинистый шлейф мощностью 300 м вокруг всего поднятия. Строение осадочных толщ в бассейне Нортвинд (мощность 250–360 м) и на террасе Кучерова (мощность 140–325 м) могут свидетельствовать о пяти ледниковых событиях на континентальной окраине Берингии. Предполагается, что эти отложения могли сформироваться и морским льдом, и шельфовым льдом, и даже отчасти выводными ледниками северо-запада Аляски и Лаврентийского щита. Для обоснования более точной версии этих событий необходимы более детальные исследования [Lehmann, Lokat, 2022].

В голоцене на шельфе Восточно-Сибирского моря формируется чехол морских осадков мощностью около 10 м, на шельфе Чукотского моря – около 25 м.

Скорость осадконакопления изменялась от 0,6 до 2,2 мм/год в течение раннего и среднего голоцена, современный показатель этого процесса снизился до 0,01–0,02 мм/год, на континентальном склоне – до 0,01 мм/год [Wegner et al., 2015].

Западная часть моря Бофорта отличается стабильной тектонической обстановкой. Реактивация древних разломов в квартере привела к образованию оползневого массива в центральной части шельфа, оползни развиты также и на континентальном склоне. Мощность четвертичных осадков около 100,0 м. Вдоль северного побережья Аляски во время пелукской (113–71 т.л.н.) трансгрессии образовалась цепь барьерных островов. Одна из гипотез, объясняющих это явление, основывается на предположении, что массивный шельфовый ледник Северного Ледовитого океана, мощностью около 1000,0 м осел на дно в западной части моря Бофорта. Это событие и стало ответственным за формирование такого рельефа [Farquharson et al., 2018]. На северном побережье Аляски и северо-западной Канады голоценовый термальный максимум зафиксирован между 11–9 тыс. л.н., для Канадского Арктического архипелага – 11,5–8,5 тыс. л.н. [Kaufman et al., 2004].

На внутреннем шельфе западной части моря Бофорта мощность голоцена – около 45 м.

Для морей микроплиты Арктическая Аляска-Чукотка четвертичное время становится периодом некоторой консолидации: продолжается выравнивание рельефа, формируется чехол морских голоценовых осадков. Этот процесс отмечается исследователями морей Восточной Арктики, которые видят сходство в рельефе и строении чет-

вертикального чехла осадков Восточно-Сибирского и Чукотского морей [Гусев и др., 2012; Жамойда и др., 2020].

Восточная (канадская) часть моря Бофорта (протогьяциал).

Канадская часть моря Бофорта ограничена трогами Маккензи и Амундсена. Считается, трог пролива Мак-Клур, который принадлежит Канадскому Арктическому архипелагу, мог доставлять ледниковый материал к верхней части континентального склона. Современный этап развития данной территории определяется как состояние в режиме сжатия, которое характеризуется незначительными деформациями в голоцене [Dixon et al., 2019]. Такая геодинамическая обстановка генерирует значительную литодинамическую активность, которая выражается в распространении воронок газовых взрывов, пингоподобных структур, интенсивной эмиссии метана, грязевого вулканизма и в образовании оползней.

Восточная часть моря Бофорта полностью не покрывалась ледовым чехлом в течение четвертичного периода. Поздневалдайский Ледник мощностью около 300,0 м остановился, видимо, в прибрежной зоне. Однако существовали три трога, по которым ледниковый материал доставлялся на шельф и континентальный склон: Маккензи трог, трог залива Амундсен и трог пролива Мак-Клур. Троги залива Амундсена и пролива Мак-Клур заканчиваются мощными конусами выноса. Маккензи трог образовался в позднем неоплейстоцене вследствие ледниковой экзарации. Результаты сейсмических исследований показывают, ледовые потоки Лаврентийского щита через трог Амундсена достигали края шельфа 9 раз, начиная с раннего неоплейстоцена [Batchelor et al., 2014]. Основным фактором, определяющим седиментацию и на шельфе, и на континентальном склоне в течение квартала и на современном этапе был и остается сток реки Маккензи. Скорость осадконакопления на шельфе, начиная с 4000 тыс. л.н., – 1,4 мм/год [Wegner et al., 2015].

Предполагается, что ледник Канадского Арктического архипелага и Лаврентийский ледниковый щит не затрагивали море Бофорта. Их выводные ледники по проливам стекали на континентальный склон или восточнее – на шельф.

Корреляция четвертичных событий для арктической континентальной окраины

Приведенные выше данные по развитию АКО в четвертичном периоде дают возможность определить континентальное обрамление СПО как мегапровинцию. Именно, для квартала следует выде-

лить три сферы согласно доминирующим природообразующим процессам. На АКО каждой сферы выделяются седиментационные бассейны шельфа с различной доминантой осадконакопления. Четвертичные седиментационные бассейны континентальных склонов внеледниковой и переходной сфер, вероятно, маломощные. Они могут быть еще недостаточно изучены, в отличие от склоновых структур ледниковых окраин. По распределению мощностей четвертичных и плиоцен-четвертичных осадков можно заметить, для внеледниковых континентальных окраин формирование шельфовых седиментационных бассейнов начинается в плиоцене. На ледниковых континентальных окраинах произошла коренная перестройка в распределении осадочного материала, и седиментационные бассейны формируются на континентальных склонах и их подножиях именно в четвертичном периоде. Стоит отметить, что уже открыты четвертичные газовые залежи на норвежской континентальной окраине. В рамках данной классификации следует отметить, что на фоне консолидации четвертичных тектоно-седиментационных систем, которые начиная с 11 т.л. находятся в моноклиматической ситуации, формируется единый для АКО голоценовый осадочный чехол морских образований.

Как указывалось выше, существует значительные различия в динамике природных процессов на ледниковых и внеледниковых континентальных окраинах. Геодинамика определяет ход рельефо- и осадкообразования. Видимо, наиболее корректным будет проведение корреляция отдельно для каждого типа окраин, так как они имеют различное структурное основание и тектоническое развитие, предшествующее четвертичному периоду. Четвертичный период ознаменовался в какой-то степени стабильными суровыми климатическими условиями. В настоящий момент времени мы можем наблюдать развитие Арктической континентальной окраины в трансгрессивных условиях (термохрон) в полярной климатической зоне. Видимо, и в межледниковья, особенно на внеледниковых континентальных окраинах различия в природных условиях сводились к изменению соотношения суши и моря. Более того, и сейчас некоторые акватории большую часть года покрыты льдом. происходит блокировка течений многолетними льдами (пролив Нарес). Есть и другая ситуация: свободный доступ теплого течения меняет природную обстановку в береговой зоне и в других местах своего проникновения, разрушает подводную криолитозону. И помимо этих главенствующих климатических тенденций происходит проявление тектонических процессов, которые в свою очередь влияют на ледниковые и другие процессы, действующие на АКО.

Таблица 3. Четвертичные седиментационные бассейны АКО.
Table 3. Quaternary sedimentary basins of the Arctic Continental Margin



В таблице 4 показаны события и доминирующие процессы, которые формировали ледниковую Арктическую окраину в квартере. Ледниковые континентальные окраины до сих пор сохраняют черты ледниковой организации формирования природных обстановок. Продолжают действовать системы фьорд–трог–конус выноса. Наибольшая динамика процессов, изменяющих геологическую обстановку континентальной окраины, проявляется в зоне влияния срединно-океанических хребтов. Активная геодинамика играет определяющую роль в мобилизации обломочного материала, который затем перемещается ледниками и участвует в увеличении площади шельфа и в построении континентального склона и его подножия. Изменение рельефа дна Гренландско-Норвежского бассейна провоцирует изменения циркуляции океанических водных масс. Ледники Канадского Арктического архипелага организуют водообмен Тихого, Северного Ледовитого и Атлантического океанов. Особое место занимает внутреннее море Баффина, которое в наибольшей степени было подвержено влиянию оледенений. Доминирование ледников продолжалось и в голоцене, что сказалось на значениях скоростей осадконакопления. Карское море, которое находилось в условиях стеногляциала в позднем валдае, характеризуется стабильной об-

становкой, аналогичной внеледниковым окраинам. Для ледниковых континентальных окраин характерна проградация и аградация четвертичных отложений. Происходит выдвигание континентов в сторону моря. Следует отметить формирование газовых месторождений в седиментационных бассейнах континентальных склонов. Часть из них имеет дочетвертичное происхождение, есть и образованные в квартере. Возможно, четвертичные месторождения углеводородов будут обнаружены на континентальных склонах и их подножиях в ближайшее время.

Внеледниковые континентальные окраины расположены на микроплитах Лаптевоморской и Арктическая Аляска-Чукотка. В квартере они развивались как единый блок при меняющимся уровне моря. Современный этап развития характеризуется трансгрессией в условиях термохрона (табл. 5).

Внеледниковая АКО динамически более активна в пограничных областях: море Лаптевых и переходная область (восточная часть моря Бофорта). Море Лаптевых современное рифтогенное море, подверженное процессам сжатия и растяжения и вертикальным блоковым движениям. Эта окраина находится в непосредственной близости от хребта и от ледников архипелага Северная Земля.

Таблица 4. Корреляция значимых событий квартера для ледниковой АКО.

Table 4. Correlation of significant Quaternary Events for the Glacial Arctic Continental Margin

АКО Возраст	Море Баффина	Гренландское море	Норвежское море	Баренцево море	Карское море
Голоцен	Открытие пролива Нарес, образование полыньи	Сокращение ледников	Оползни Вулканизм	↑	↑
Поздний неоплейстоцен	+180 м Максимум оледенения	+100 м	+100 - 800 м Вулканизм	-12,9 - 11,0 мм/год Вулканизм	-10,9 - 5,0 мм/год Стеногляциал
Средний неоплейстоцен	Проградация шельфа на 100 - 200 км	Смещение хребта Книпповича	Вулкан Хоакон Мосби Оползни	Вулканизм	Чередование ледниковых и межледниковых эпох
Ранний неоплейстоцен			Конусы выноса Вулканизм		
Эоплейстоцен			Смещение тектонической активности к западу		
Гелазий	Потепление	Потепление формирования конуса выноса Скросби	Опускание хребта Ховгард	формирование желобов Начало гляциала	формирование желобов Чередование ледниковых и межледниковых эпох
Поздний плиоцен	Начало гляциала	Начало гляциала	Начало гляциала	Эрозионный срез	Опускание

Протогляциальная АКО находилась в непосредственной близости от Лаврентийского ледникового щита и от ледника Канадского Арктического архипелага. В межледниковые эпохи по трогам стекали флювиогляциальные потоки. Видимо, а со стороны океана были распространены морские льды. Эта окраина отличается тем, что здесь развит мощный осадочный чехол и массив многолетнемерзлых пород. Современная геодинамика провоцирует комплекс различных литодинамических процессов: грязевой вулканизм, глиняный диапиризм, формирование пингоподобных структур, воронок газовых взрывов, а также интенсивная эмиссия метана. Стоит отметить, что в квартере континентальная окраина севера Берингии (микроплита Арктическая Аляска-Чукотка) развивались почти в идентичных условиях. Чукотского. Для этих осадочных бассей-

нов этой окраины доминантой в развитии является погружение, что приводит к формированию относительно мощного четвертичного покрова осадков.

Закключение

Анализ литературных материалов позволил выделить АКО четвертичного периода, как мегапровинцию, разделенную на две сферы ледниковую и внеледниковую. Эти две сферы состоят их тектоно-седиментационных систем – шельфовых и склоновых седиментационных бассейнов, которые находятся в режиме консолидации. На голоценовом этапе происходит формирование единого осадочного чехла – морских отложений.

Арктическая континентальная окраина в квартере развивалась согласно своему геологическому

Таблица 5. Корреляция значимых событий квартера для внеледниковой АКО.

Table 5. Correlation of significant Quaternary events for the Non-glacial Arctic Continental Margin

АКО Возраст	Море Лаптевых	Восточно-Сибирское море	Чукотское море	Море Бофорта	
				запад	восток
Голоцен	↑ Распад Котельнического массива				↑ Активная литодинамика
Поздний неоплейстоцен			↑ Открытие Берингова пролива	↑ Образование барьерных островов	↑ Протогляциал Образование трога Маккензи
Средний неоплейстоцен		Вулканизм Оледенение?	↑ Опускание внешнего шельфа		↑ Перемещение ледника по проливам Амундсен, Мак-Клур
Ранний неоплейстоцен			↑ Формирование наложенных впадин		
Эоплейстоцен		Вулканизм	↑ Проградация шельфа 10 - 20 км		
Гелазий			↑ Формирование грабена Геральд		
Поздний плиоцен					
	Конвергентная межлитная граница		Складчато-надвиговые деформации		
	о	п	у	с	к
	а	н	и	е	
					Оледенение

положению. Ледниковые области находились под влиянием процессов, действующих в провинции срединно-океанических хребтов. Динамика ледниковых покровов обеспечивала контрастность рельефа мобилизацию, транспорт и аккумуляцию обломочного материала на континентальном подножии. Последующие тектонические перестройки оказывали влияние на мобильность ледников, генерацию оползней, и циркуляцию водных масс. Эти процессы отражаются на значениях скоростей осадконакопления. Интенсивное осадконакопление привело к образованию газовых залежей в четвертичных осадках.

Внеледниковые континентальные окраины принадлежат фактически одной структуре микроплите Арктическая Аляска-Чукотка. Для их развития в

четвертичном периоде замечается некоторая синхронность, которая выражается в общей тенденции – опускание – ведущий процесс развития. При этом каждая отдельная континентальная окраина обладает собственными тектоническими особенностями. Для морей Лаптевых и Чукотского характерно рифтообразование, для блока Маккензи (протогляциальные условия) – надвиговые движения.

Для всей АКО характерно превалирование процессов аккумуляции, сглаживание рельефа. В квартере происходит выдвигание континентов в сторону океана.

И ледниковые, и внеледниковые континентальные окраины находятся на современном этапе в трансгрессивном цикле, моноклиматической ситуации (термохрон) полярной климатической зоны.

Как упоминалось во введении, на материковом обрамлении СЛО происходит консолидация тектоно-седиментационных систем. Исходя из вышеприведенных данных, можно заметить, что этот сценарий в большей степени применим для внеледниковых окраин и переходных областей. Но и ледниковые окраины, несмотря на более разнообразный рельеф, лоскутное, мозаичное распределение отложений, стремятся к устойчивому динамическому равновесию, к консолидации.

Благодарности. Автор выражает свою искреннюю признательность за неоценимую помощь и конструктивные замечания Ю.А. Лаврушину, С.Д. Соколову, С.Ю. Соколову и Н.П. Чамову.

Финансирование. Исследования проведены в соответствии с планами научно-исследовательской работы ГИН РАН «Тектоника, магматизм и осадконакопление в геологической истории арктической и тихоокеанской континентальных окраин Северо-Востока Азии» (№ в плане НИР 0135-20190078).

Литература

- Аветисов Г.П. Сейсмоструктура Арктической Канады // Физика Земли. 1995. № 5. С. 8–20.
- Андиева Т.А. Тектоническая позиция и основные структуры моря Лаптевых // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2008. Т. 3. http://www.ngtp.ru/rub/4/8_2008
- Анисимов М.А., Барляев А.Э., Сапелко Т.В., Носевич Е.С., Романенко Ф.А. Палеогеография голоцена Земли Франца-Иосифа, анализ изученности, новые данные // Фундаментальные проблемы квартера: итоги изучения и основные направления дальнейших исследований. Мат-лы X Всерос. сов. по изуч. четв. периода. Москва 25–29 сентября 2017 г. – М.: ГЕОС. 2017. С. 16–18.
- Атлас «Геология и полезные ископаемые шельфов России». М.: Науч. Мир. 2004. 108 л.
- Атлас палеогеографических карт «Шельфы Евразии в мезозое и кайнозое». Лландидно, Великобритания. 1991. 129 л.
- Баранов Б.В., Дозорова К.А., Рашидов В.А., Рукавминкова Д.Д. Подводные оползни континентальных окраин Арктического бассейна // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2018. № 4. Вып. 40. С. 51–68.
- Верба М.Л. Современное билатеральное растяжение земной коры в Баренцево-Карском регионе и его роль при оценке перспектив нефтегазоносности // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2007. Т. 2. <http://www.ngtp.ru/rub/4/026/pdf>.
- Гладенков А.Ю., Гладенков Ю.Б. Начало формирования межконтинентальных связей Пацифики и Арктики через Берингов пролив в неогене // Стратиграфия и геологическая корреляция. 2004. Т. 12. № 2. С. 72–89.
- Государственная геологическая карта РФ. Масштаб 1:1 000 000 (третье поколение). Серия Лаптево-Сибироморская. Лист S–53 (о. Столбовой), Объяс. зап. – СПб.: Карто. Фаб. ВСЕГЕИ. 2016. 309 с.
- Гусев Е.А., Зинченко А.Г., Бондаренко С.А., Аникина Н.Ю., Деревянко Л.Г., Максимов Ф.Е., Кузнецов В.Ю., Левченко С.Б., Жеребцов И.Е., Попов В.В. Новые данные о рельефе и четвертичных отложениях внешнего шельфа Восточно-Сибирского моря // Геология и геоэкология континентальных окраин Евразии. Вып. 4. М.: ГЕОС, 2012. С. 58–68.
- Дараган-Суцкова Л.А., Петров О. В., Дараган-Суцов Ю. И. Леонтьев Д.И., Савельев И.Н. История формирования Евразийского бассейна Северного Ледовитого океана по сейсмическим данным // Региональная геология и металлогения. 2020. № 84. С. 25–44.
- Друщиц В.А. Геологическое развитие рифтовых и шовных морфоструктур Северо-Востока России в квартере // Бюлл. комис. по изуч. четв. периода. М.: ГЕОС. 2019. № 77. С. 110–120.
- Друщиц В.А. Значимые события для геологии арктических морей в позднем кайнозое. // Геология морей и океанов: Мат-лы XXIV Межд. конф. по морской геологии. Т. IV. – М.: ИО РАН. 2022. С. 51–55.
- Друщиц В.А. Криогенные гидраты природного газа в арктических морях (климат и тектоника) // Труды XI Международной научно-практической конференции «Морские исследования и образование (MARESEDU)-2022». Тверь: ООО «ПолиПРЕСС». 2022. Т. IV. С. 20–23.
- Имаева Л.П., Гусев Г.С., Имаев В.С., Ашурков С.В., Мельникова В.И., Середкина А.И. Геодинамическая активность новейших структур и поля тектонических напряжений северо-востока Азии // Геодинамика и тектонофизика. 2017. Т. 8. № 4. С. 737–768.
- Ким Б.И., Евдокимова Н.К., Харитонова Л.Я. Фундамент и осадочный чехол Восточно-Арктического шельфа России // Геология нефти и газа. 2016. № 3. С. 14–27.
- Лаврушин Ю.А., Алексеев М.Н. Арктические районы // Изменение климата и ландшафтов за последние 65 млн лет (кайнозой от палеоцена до голоцена). Ред. А.А. Величко – М.: ГЕОС, 1999. С. 21–42.
- Лаврушин Ю.А. Динамика позднечетвертичных океанских событий Западной Арктики и их отражение в природной среде Европейской России // Строение и история развития литосферы. – М.: Paulsen. 2010. С. 403–431.
- Левитан М.А., Лаврушин М.А., Штайн Р. Очерки истории седиментации в Северном Ледовитом океане и морях субарктики в течение последних 130 тыс. лет. М.: ГЕОС. 2007. 404 с.
- Леонов Ю.Г., Хуторской М.Д. желоб Орла (Стурё) – элемент новейшей геодинамики внешней зоны Баренцево-морского шельфа // Строение и развитие литосферы. М.: Paulsen. 2010. С. 158–175.
- Пискарев А.Л., Поселов В.А., Аветисов Г.П., Буценко В.В., Глебовский В.Ю., Гусев Е.А., Жолондэ С.М., Каминский В.Д., Киреев А.А., Смирнов О.Е., Фирсов Ю.Г., Зинченко А.Г., Павленкин А.Д., Поселова Л.Г., Савин В.А., Черных А.А., Элькина Д.В. Арктический бассейн (геология и морфология). СПб.: ВНИИОкеангеология, 2016. 291 с.

- Рекант П.В., Гусев Е.А. Признаки новейших тектонических движений на Лаптевоморской континентальной окраине по данным сейсмоакустического профилирования // Проблемы Арктики и Антарктики. 2009. № 2. С. 85–94.
- Романовский Н.Н., Гаврилов А.В., Тумской В.Е., Холодов А.П. Криолитозона Восточно-Сибирского Арктического шельфа // Вестник МГУ. Серия 4. Геология. 2003. № 4. С. 51–56.
- Русаков В.Ю., Борисов А.П., Соловьева Г.Ю. Скорости седиментации (по данным изотопного анализа ^{210}Pb и ^{137}Cs) в разных фациально-генетических типах донных осадков Карского моря // Геохимия, 2019, Т. 64, № 11. С. 1158–1174.
- Сейсмостратиграфия, палеогеография и палеотектоника Арктического глубоководного бассейна и его российских шельфов / Никишин А.М. и др.; Отв. ред. Н.Б. Кузнецов. – Москва: ГИН РАН. Вып.632. 2022. 156 с.
- Соколов С.Д., Лучицкая М.В., Моисеев А.В. Тектоническая позиция и геодинамические обстановки неопротерозойского гранитоидного магматизма Восточной Арктики // ДАН. 2020. Т. 493. № 2. С. 5–10.
- Соколов С.Ю. Тектоническая эволюция хребта Книповича по данным аномального магнитного поля // Доклады РАН. 2011. Т. 437. № 3. С. 378–383.
- Тарасов Г.А. Четвертичный осадочный чехол Западно-Арктического шельфа: литологическое строение, пространственное распределение // Вестник Колеского науч. центра РАН. 2015. № 2. С. 124–136.
- Тектоническая карта Арктики / ред. О.В. Петров, М. Пубелье (ВСЕГЕИ/CGMW). СПб.: ВСЕГЕИ. 2019. 72 с.
- Чамов Н.П., Соколов С.Ю., Гарецкий Р.Г., Патица И.С. Строение и эволюция древних и современных тектоно-седиментационных систем // Геотектоника. 2019. №3. С. 42–60.
- Чамов Н.П., Соколов С.Ю. Рифтогенез в Арктике: процессы, направленность развития, генерация углеводородов // Литология и полезные ископаемые, 2022. № 2. С. 107–135.
- Шмания А.В. Кайнозойский магматизм островов Жохова и Вилькицкого (Новосибирские острова) Рельеф и четвертичные образования Арктики, Субарктики и Северо-Запада России. 2021. Вып. 8. С. 281–294.
- Barendregt R.W., Vincent J.-S., Irving E., Baker J. Magnetostratigraphy of Quaternary and late Tertiary sediments on Banks Island, Canadian Arctic Archipelago // Canadian Journal of Earth Sciences. 1998. V. 35. P. 147–161
- Batchelor C.L., Dowdeswell J.A., Pietras J.T. Evidence for multiple Quaternary ice advances and fan development from the Amundsen Gulf cross-shelf trough and slope, Canadian Beaufort Sea margin // Marine and Petroleum Geology. 2014. V. 52. P. 125–143.
- Bierman P.R., Shakun J.D., Corbett L.B., Zimmerman S.P., Rood D.H. A persistent and dynamic East Greenland Ice Sheet over the past 7.5 million years // Nature. Letter. 2016. V. 246. № 8. doi:10.1038/nature20147.
- Bruvoll V., Breivik A.J., Mjelde R., Pedersen R.B. Burial of the Mohn-Knipovich seafloor spreading ridge by the Bear Island Fan: Time constraints on tectonic evolution from seismic stratigraphy // Tectonics. 2009. V. 28. doi:10.1029/2008TC002396.
- Bryna P., Berga K., Forsberg K.F. Explaining the Storegga Slide // Marine and Petroleum Geology. 2005. V. 22. P. 11–19.
- Couette P.-O., Lajeunesse P., Ghienne J.-F., Dorschel B., Gebhard C., Hebbin D., Brouard E. Evidence for an extensive ice shelf in northern Baffin Bay during the Last Glacial Maximum // Comm. Earth & Envir. Springer Nature. 2022. V. 3(1). https://doi.org/10.1038/s43247-022-00559-7.
- Christ A.J., Bierman P.R., Knutz P.C., Corbett L.B., Fossdike J.C., Thomas E.K., Cowling O., Hidy A.J., Caffee M.W. The northwestern Greenland Ice Sheet during the Early Pleistocene was similar to today // Geophysical Research Letters. 2020. V. 47. https://doi.org/10.1029/2019GL085176.
- Davies J., Mathiasen A.M., Kristiansen K. et al. Linkages between ocean circulation and the Northeast Greenland Ice Stream in the Early Holocene // Quaternary Science Reviews. 2022. V. 286. 107530.
- Dixon J., Lane L.S., Dietrich J.R. et al. Geological History of the Late Cretaceous to Cenozoic Beaufort-Mackenzie Basin, Arctic Canada. Ch. 17. // The Sedimentary Basins of the United States and Canada. Elsevier. 2019. P. 695–717.
- Dove D., Polyak L., Coakley B. Widespread, multi-source glacial erosion on the Chukchi margin, Arctic Ocean // Quaternary Science Reviews. 2014. V. 92. P. 112–122.
- Dowdeswell J.A., Hogan K.A., Cofaigh C.Ó. Late Quaternary ice flow in a West Greenland fjord and cross-shelf trough system: submarine landforms from Rink Isbrae to Uummannaq shelf and slope // Quaternary Science Reviews. 2014. V. 92. P. 292–309.
- Drachev S.S., Malyshev N.A., Nikishin A.M. Tectonic history and petroleum geology of the Russian Arctic Shelves: an overview // Proceedings of the 7th Petroleum Geology Conference, 2010. V. 7. P. 591–619. DOI: 10.1144/0070591
- Farquharson L., Mann D., Rittenour T. et al. Alaskan marine transgressions record out-of-phase Arctic Ocean glaciation during the last interglacial // Geology. 2018. V. 46(9). DOI: 10.1130/G40345.1.
- Forman S.L., Lubinski D.J., Ingolfsson O. et al. A review of postglacial emergence on Svalbard, Franz Josef Land and Novaya Zemlya, northern Eurasia // Quat. Scie. Rev. 2004. V. 23. P. 1391–1434.
- Georgiadis E., Giraudeau J., Martinez F. et al. Deglacial to postglacial history of Nares Strait, Northwest Greenland: a marine perspective from Kane Basin // Clim. Past. 2018. V. 14. P. 1991–2010.
- Gruetznier J., Matthiessen J., Geissler W.H. et al. A revised core-seismic integration in the Molloy Basin (ODP Site 909): Implications for the history of ice rafting and ocean circulation in the Atlantic-Arctic gateway // Global and Planetary Change. 2022 V.215. https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2022.103876.
- Hasegawa H.S. Neotectonics and inferred movements in Canada // Bull. Geo. Soc. Finland. 1988. V. 60. Part1. P. 3–25.

- Kaufman D.S., Ager T.A., Anderson N.J. et al. Holocene thermal maximum in the western Arctic (0–180°W) // *Quat. Scie. Rev.* 2004. V. 23. P. 529–560.
- Kjær K.H., Pedersen M.W., De Sanctis B. et al. A 2-million-year-old ecosystem in Greenland uncovered by environmental DNA // *Nature*. 2022. V. 612. P. 283–291. DOI: 10.1038/s41586-022-05453-y.
- Kleiber H.P., Neissen F., Weiel D. The Late Quaternary evolution of the western Laptev Sea continental margin, Arctic Siberia – implication from sub-bottom profiling // *Global and Planetary Change*. 2001. V. 31. P. 105–124.
- Knies J., Matingsdal R., Fabian K. et al. Effect of early Pliocene uplift on late Pliocene cooling in the Arctic–Atlantic gateway // *Earth and Planetary Science Letters*. 2014. V. 387. P. 132–144.
- Laberg J.S., Rydningen T.A., Forwick M. et al. Depositional processes on the distal Scoresby Trough Mouth Fan (ODP Site 987): Implications for the Pleistocene evolution of the Scoresby Sund Sector of the Greenland Ice Sheet // *Marine Geology*. 2018. V. 402. P. 51–59.
- Ladygin V.M., Frolova Ju.V., Genshaft Ju.S. Petrophysical properties of Quaternary lavas of Spitsbergen // *Russian Jour. of Earth Scie.* 2003. V. 5. №. 4, P. 291–298.
- Larsen E., Lysa A., Hoskuldsson A. et al. A dated volcano-tectonic deformation event in Jan Mayen causing landlocking of Arctic charr // *J. of Quater. Sci.* 2021. P. 1–11.
- Larsen H.C., Saunders A.D., Clift P.D. et al. Seven Million Years of Glaciation in Greenland // *Science* 1994. V. 264. P. 952–955.
- Larsen N.K., Kjær K.H., Funder S. et al. Late Quaternary glaciation history of northernmost Greenland – Evidence of shelf-based ice // *Quat. Scien. Rev.* 2010. V. 29. P. 3399–3414.
- Larsen N.K., Søndergaard A.C., Levy L.B. et al. Late glacial and Holocene glaciation history of North and Northeast Greenland // *Arctic, Antarctic, and Alpine*. 2022. V. 54. №. 1. P. 294–313.
- Larsen N.R., Levy L.V., Carlson A.E. et al. Instability of the Northeast Greenland Ice Stream over the last 45,000 years // *Nature Communications*. 2018. V. 9. DOI: 10.1038/s41467-018-04312-7.
- Lasabuda A.P., Johansen N.S., Laberg J.S. et al. Cenozoic uplift and erosion of the Norwegian Barents Shelf – A review // *Earth-Science Reviews*. 2021. V. 217. 103609.
- Lehmann C., Jokat W. Seismic constraints for ice sheets along the northern margin of Beringia // *Global and Planetary Change*. 2022. V. 215. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2022.103885>.
- Lien O.F., Hjelstuen B.O., Zhang X. et al. Late Plio-Pleistocene evolution of the Eurasian Ice Sheets inferred from sediment input along the northeastern Atlantic continental margin // *Quat. Sci. Rev.* 2022. V. 282. P. 1–17.
- Matthiessen J., Knies J., Vogt C. et al. Pliocene palaeoceanography of the Arctic Ocean and subarctic seas // *Philosoph. Trans. Ser. Mathematical, Physical, and Engineering Sciences*. 2008. V. 367. P. 21–48.
- Moore T.E., Box S.E. Age, distribution and style of deformation in Alaska north of 60°N: Implications for assembly of Alaska // *Tectonophysics*. 2016. V. 691. P. 133–170.
- Moore G.W.K., Howell S.E.L., Xu X et al. Anomalous collapses of Nares Strait ice arches leads to enhanced export of Arctic sea ice // *Nature Communications*. 2021, 12:1. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-20314-w>
- Mörner N.-A. Glacial Isostasy: Regional—Not Global // *International Journal of Geosciences*. 2015. V. 6. P. 577–592.
- Newton A.M.W., Huuse M., Knutz P.C. et al. Repeated ice streaming on the northwest Greenland continental shelf since the onset of the Middle Pleistocene Transition // *The Cryosphere*. 2020. V. 14. P. 2303–2312.
- Nørgaard-Pedersen N., Ribeiro S., Mikkelsen N. Investigations of past climate and sea-ice variability in the fjord area by Station Nord, eastern North Greenland // *Geological Survey of Denmark and Greenland Bulletin*. 2016. V. 35. P. 67–70.
- Osti G., Franek P., Forwick M. et al. Controlling factors for slope instability in a seismically active region: The NW-Svalbard continental margin // *Marine Geology*. 2017. V. 390. P. 131–146.
- Pedersen V.K., Larsen N.K., Egholm D.L. The timing of fjord formation and early glaciations in North and Northeast Greenland // *Geology*. 2019. V. (7). P. 682–686. <https://doi.org/10.1130/G46064.1>.
- Perez-Garcia C., Feseker T., Mienert J. et al. The Håkon Mosby mud volcano: 330 000 years of focused fluid flow activity at the SW Barents Sea slope // *Marine Geology*. 2009. V. 262. P. 105–115.
- Polyak L., Alley R.B., Andrews J.T., Brigham-Grette J., Cronin T.M., Darby D.A., Dyke A.S., Fitzpatrick J.J., Funder S., Holland M., Jennings A.E., Miller J.H., O'Regan M., Savelle J., Serreze M., John K. St., White J., Wolff E. History of sea ice in the Arctic // *Quaternary Sci. Rev.* 2010. V. 29. P. 1757–1778.
- Pope E.L., Talling P.J., Hunt J.E., Dowdeswell J.A., Alin J.R., Cartigny M.B., Long D., Mozzato A., Stanford J.D., Tappin D.R., Watts M. Long-term record of Barents Sea Ice Sheet advance to the shelf edge from a 140,000 year record // *Quaternary Science Reviews*. 2016. V. 150. P. 55–66.
- Rasmussen T.L., Pearce C., Andresen K.J. et al. Northeast Greenland: ice-free shelf edge at 79.4°N around the Last Glacial Maximum 25.5–17.5 ka. *Boreas*. 2022. Vol. 51. P. 759–775.
- Sherman D., Constable S. Permafrost extent on the Alaskan Beaufort shelf from surface-towed controlled-source electromagnetic surveys // *J. of Geophys. Res.: Solid Earth*. 2018. V. 123. P. 1–13.
- Smith L.M., Alexander C., Jennings A.A. Accumulation in East Greenland Fjords and on the Continental Shelves Adjacent to the Denmark Strait over the Last Century Based on ²¹⁰Pb Geochronology // *Arctic*. 2002. V. 55. № 2. P. 109–122.
- Stephenson R.A., Smolyaninova E.I. Neotectonics and seismicity in the southeastern Beaufort Sea, polar continental margin of north-western Canada // *Geodynamics*. 1999. V. 27. P. 175–190.
- Stevenard N., Montero-Serrano J.-C., Eynaud F., St-Onge G., Zaragosi S., Copland L. Lateglacial and Holocene sedimentary dynamics in northwestern Baffin Bay as re-

corded in sediment cores from Cape Norton Shaw Inlet (Nunavut, Canada) // *Boreas*. 2021. <https://doi.org/10.1111/bor.12575>.

Straume E.O., Gaina C., Medvedev S. et al. Global Cenozoic Paleobathymetry with a focus on the Northern Hemisphere Oceanic Gateways // *Gondwana Res.* 2020. V. 86. P. 126–143.

Svendsen J.I., Alexanderson H., Astakhov V.I. et al. Late Quaternary ice sheet history of northern Eurasia // *Quaternary Science Reviews*. 2004. V. 23. P. 1229–1271.

Taylor A.E., Dallimore S.R., Hill, P.R. et al. Numerical model of the geothermal regime on the Beaufort Shelf, arctic Canada since the last Interglacial // *J. Geophys. Res. Earth Surf.* 2014. V. 118. P. 2365–2379.

Wegner C., Bennett K.E., Vernal A. et al. Variability in transport of terrigenous material on the shelves and the deep Arctic Ocean during the Holocene // *Polar Research*. 2015. V. 34. 24964. <http://dx.doi.org/10.3402/polar.v34.24964>.

Willeit M., Ganopolski A., Calov R., Robinson A., Maslin M.A. The role of CO₂ decline for the onset of Northern Hemisphere glaciation // *Quat. Scie. Rev.* 2015. V. 19. P. 22–34.

Literature

- Avetisov G.P.* Seysmotektonika Arkticheskoy Kanady // *Fizika Zemli*. 1995. № 5. S. 8–20.
- Andiyeva T.A.* Tektonicheskaya pozitsiya i osnovnyye struktury morya Laptevskiy // *Neftegazovaya geologiya. Teoriya i praktika*. 2008. T. 3. http://www.ngtp.ru/rub/4/8_2008
- Anisimov M.A., Barlyayev A.E., Sapelko T.V., Nosevich Ye.S., Romanenko F.A.* Paleogeografiya golotsena Zemli Frantsa-Iosifa, analiz izuchennosti, novyye dannyye // *Fundamental'nyye problemy kvartera: itogi izucheniya i osnovnyye napravleniya dal'neyshikh issledovaniy*. Mat-ly X Vseros. sov. po izuch. chetv. perioda. Moskva 25–29 sentyabrya 2017 g. – M.: GEOS. 2017. S. 16–18.
- Atlas “Geologiya i poleznyye iskopayemye shel'fov Rossii”. M.: Nauch. Mir. 2004. 108 l.
- Atlas paleogeograficheskikh kart «Shel'fy Yevrazii v mezozoye i kaynozoye». Llandidno, Velikobritaniya. 1991. 129 l.
- Baranov B.V., Dozorova K.A., Rashidov V.A., Rukavmshnikova D.D.* Podvodnyye opolzni kontinental'nykh okrain Arkticheskogo basseyna // *Vestnik KRAUNTS. Nauki o Zemle*. 2018. № 4. Vyp. 40. S. 51–68.
- Verba M.L.* Sovremennoye bilateral'noye rastyazheniye zemnoy kory v Barentsevo-Karskom regione i yego rol' pri otsenke perspektiv neftegazonosnosti // *Neftegazovaya geologiya. Teoriya i praktika*. 2007. T. 2. <http://www.ngtp.ru/rub/4/026/pdf>.
- Gladenkov A.Yu., Gladenkov Yu.B.* Nachalo formirovaniya mezhokeanicheskikh svyazey Patsifiki i Arktiki cherez Beringov proliv v neogene // *Stratigrafiya i geologicheskaya korrelyatsiya*. 2004. T. 12. № 2. S. 72–89.
- Gosudarstvennaya geologicheskaya karta RF. Masshtab 1:1 000 000 (tret'ye pokoleniye). Seriya Laptevo-Sibiromorskaya. List S–53 (o. Stolbovoy), Ob»yas. zap. – SPb.: Kart. Fab. VSEGEI. 2016. 309 s.
- Daragan-Sushchova L.A., Petrov O.V., Daragan-Sushchov Yu.I., Leont'yev D.I., Savel'yev I.N.* Istoriya formirovaniya Yevraziyskogo basseyna Severnogo Ledovitogo okeana po seysmicheskim dannym // *Regional'naya geologiya i metallogeniya*. 2020. № 84. S. 25–44.
- Drushchits V.A.* Geologicheskoye razvitiye riftovykh i shovnykh morfostruktur Severo-Vostoka Rossii v kvartere // *Byull. komis. po izuch. chetv. perioda*. M.: GEOS. 2019. № 77. S. 110–120.
- Drushchits V.A.* Znachimyye sobytiya dlya geologii arkticheskikh morey v pozdnem kaynozoye. // *Geologiya morey i okeanov: Mat-ly XXIV Mezhd. konf. po morskoy geologii*. T. IV. – M.: IO RAN. 2022. S. 51–55.
- Drushchits V.A.* Kriogennyye gidraty prirodnogo gaza v arkticheskikh moryakh (klimat i tektonika) // *Trudy XI Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Morskiye issledovaniya i obrazovaniye (MARESEDU)-2022»*. Tver': OOO «PoliPRESS». 2022. T. IV. S. 20–23.
- Kim B.I., Yevdokimova N.K., Kharitonova L.Ya.* Fundament i osadochnyy chekhol Vostochno-Arkticheskogo shel'fa Rossii // *Geologiya nefti i gaza*. 2016. № 3. S. 14–27.
- Lavrushin Yu.A., Alekseyev M.N.* Arkticheskkiye rayony // *Izmeneniye klimata i landshaftov za posledniye 65 mln let (kaynozoy ot paleotsena do golotsena)*. Red. A.A. Velichko – M.: GEOS, 1999. S. 21–42.
- Lavrushin Yu.A.* Dinamika pozdnechetvertichnykh okeanskikh sobyitiy Zapadnoy Arktiki i ikh otrazheniye v prirodnoy srede Yevropeyskoy Rossii // *Stroyeniye i istoriya razvitiya litosfery*. – M.: Paulsen. 2010. S. 403–431.
- Levitan M.A., Lavrushin M.A., Shtayn R.* Ocherki istorii sedimentatsii v Severnom Ledovitom okeane i moryakh subarktika v techeniye poslednikh 130 tys. let. M.: GEOS. 2007. 404 s.
- Leonov Yu.G., Khutorskoy M.D.* zhelob Orla (Sturo) – element noveyshey geodinamiki vneshney zony Barentsevomorskogo shel'fa // *Stroyeniye i razvitiye litosfery*. M.: Paulsen. 2010. S. 158–175.
- Piskarev A.L., Poselov V.A., Avetisov G.P., Butsenko V.V., Glebovskiy V.Yu., Gusev Ye.A., Zholonde S.M., Kaminskiy V.D., Kireyev A.A., Smirnov O.Ye., Firsov Yu.G., Zinchenko A.G., Pavlenkin A.D., Poselova L.G., Savin V.A., Chernykh A.A., El'kina D.V.* Arkticheskii basseyn (geologiya i morfologiya). SPb.: VNIIOkeangeologiya, 2016. 291s.
- Romanovskiy N.N., Gavrilov A.V., Tumskey V.Ye., Kholodov A.P.* Kriolitozona Vostochno-Sibirskogo Arkticheskogo shel'fa // *Vestnik MGU. Seriya 4. Geologiya*. 2003. № 4. S. 51–56.
- Rusakov V.Yu., Borisov A.P., Solov'yeva G.Yu.* Skorosti sedimentatsii (po dannym izotopnogo analiza 210Pb i 137Cs) v raznykh fatsial'no-geneticheskikh tipakh donnykh osadkov Karskogo morya // *Geokhimiya*, 2019, T. 64, № 11. S. 1158–1174.
- Seysmostratigrafiya, paleogeografiya i paleotektonika Arkticheskogo glubokovodnogo basseyna i yego rossiyskikh shel'fov / Nikishin A.M. i dr.; Otv. red. N.B. Kuznetsov. – Moskva: GIN RAN. Vyp. 632. 2022. 156 c.

- Sokolov S.D., Luchitskaya M.V., Moiseyev A.V.* Tektonicheskaya pozitsiya i geodinamicheskiye obstanovki neoproterozoyskogo granitoidnogo magmatizma Vostochnoy Arktiki // DAN. 2020. T. 493. № 2. S. 5–10.
- Sokolov S.Yu.* Tektonicheskaya evolyutsiya khrebta Knipovicha po dannym anomal'nogo magnitnogo polya // Doklady RAN. 2011. T. 437. № 3. S. 378–383.
- Tarasov G.A.* Chetvertichnyy osadochnyy chekhol Zapadno-Arkticheskogo shel'fa: litologicheskoye stroyeniye, prostranstvennoye raspredeleniye // Vestnik Kol'skogo nauch. tsentra RAN. 2015. № 2. S. 124–136.
- Tektonicheskaya karta Arktiki / red. O.V. Petrov, M. Pchel'ye (VSEGEI/CGMW). SPb.: VSEGEI. 2019. 72 s.
- Chamov N.P., Sokolov S.Yu., Garetskiy R.G., Patina I.S.* Stroyeniye i evolyutsiya drevnikh i sovremennykh tektono-sedimentatsionnykh sistem // Geotektonika. 2019. №3. S. 42–60.
- Chamov N.P., Sokolov S.Yu.* Riftogenez v Arktike: protsessy, napravlennost' razvitiya, generatsiya uglevodorodov // Litologiya i poleznyye iskopayemye, 2022. № 2. S. 107–135.
- Shmanyak A.V.* Kaynozoysskiy magmatizm ostrovov Zhokhova i Vil'kitskogo (Novosibirskiye ostrova) Rel'yef i chetvertichnyye obrazovaniya Arktiki, Subarkтики i Severo-Zapada Rossii. 2021. Vyp 8. S. 281–294.

V.A. Drouchits
EVENT CORRELATION ON THE ARCTIC CONTINENTAL MARGIN
FOR QUATERNARY
Geological Institute RAS, Moscow

The distribution of glacial and non-glacial regions of the Arctic continental margin in the Quaternary is determined by the geological structure. Glacial margins are genetically related to the province of mid-ocean ridges. The non-glacial margins are located mainly on the Arctic Alaska-Chukotka microplate. Transitional regions have been identified: stenoglacial (southern part of the Kara Sea) and protoglacial (the Mackenzie River delta – the Beaufort Sea shelf). In the Quaternary the Arctic continental margin is distinguished into a megaprovince, consisting of sedimentary basins of shelves and continental slopes, which are in the consolidation regime. At the present stage of development (Holocene), the Arctic continental margin is in a monoclimate situation, a united sedimentary cover is formed – marine sediments.

Keywords: glacial and non-glacial Arctic continental margin, Quaternary, shelf sedimentary basin.

ДИСЛОКАЦИИ В ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ БАЛТИЙСКОГО ЩИТА, РУССКОЙ ПЛИТЫ И СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЯКУТИИ

Е.С. Горбатов¹, А.А. Рассказов², С.Ф. Колесников³

¹Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, E-mail: e.s.gor@mail.ru

²Российский университет дружбы народов, E-mail: rasskazo@yandex.ru

³Московский государственный университет геодезии и картографии, E-mail: sfkol@yandex.ru

DOI:10.34756/GEOS.2023.17.38664

В лимногенных, флювио- и лимногляциальных позднеплейстоценовых отложениях Балтийского щита и Русской плиты и лимногенных (аласных) разновозрастных комплексах Северо-Восточной Якутии, формирование которых происходило в условиях разного уровня активности сейсмотектонических, гляциальных и криогенных процессов, широко распространены различные типы дислокаций (структуры грунтового разжижения или конволюции, подводно-оползневые складки, разрывы, грунтовые жилы и др.). На базе собранного литологического материала (20 разрезов) путем сравнения степени распространенности нарушений каждого типа между собой показан их различный генезис. Конволютные нарушения присутствуют в трех регионах, что может говорить о нескольких механизмах их образования (гравитационная неустойчивость, криогенез, сейсмическое разжижение). Эти структуры проявляют морфологическое сходство с сейсмитами и иногда принимаются за следы палеоземлетрясений, однако в изученных перигляциальных регионах они возникают только в осадочных системах, обладающих низкой динамической устойчивостью, поэтому вероятность их сейсмического инициирования сравнительно невысока. Вергентные оползневые складки распространены локально в областях горного рельефа (Хибинский массив). Разрывные нарушения наиболее характерны для гляциальных отложений, не проявляют активности в послеледниковые и могут быть связаны с просадками или расседанием толщ в теле покровного ледника и последующими оползневыми процессам. Грунтовые жилы и структуры облекания в наибольшей степени отражают активность криогенных процессов. Полученные результаты существенно расширяют представления об условиях формирования грунтовых нарушений в четвертичных отложениях.

Ключевые слова. Деформационные структуры, конволюции, разрывные дислокации, грунтовые жилы, структуры облекания, типизация, механизмы формирования, лимногенные комплексы, Восточно-Европейская платформа, Якутия.

Введение

В связи с изучением палеосейсмической активности относительно геодинамически стабильных регионов перигляциальной зоны [Mörner, 2003; Николаева, 2014; Горбатов, 2020] возникает проблема диагностики сейсмогенных дислокаций (сейсмиков) в их четвертичных отложениях, которая обусловлена наличием нескольких (в том числе нетектонических) механизмов формирования дислокаций (динамические воздействия, гравитационная неустойчивость, криогенез) и сходством

структур разного генезиса. Например, морфологическое сходство демонстрируют криотурбации и сейсмогенные конволюции [Рассказов, Горбатов, 2019].

Для решения этой проблемы предложено сравнение деформационных структур в рыхлых отложениях регионов с контрастными сейсмотектоническими, гляциальными и криогенными условиями. Балтийский щит и районы приморских низменностей Северо-Восточной Якутии (области развития кайнозойского чехла и неотектонического опускания в зоне верхоянской складчатости) имеют

сравнительно больший уровень сейсмотектонической активности, чем асейсмичная Русская плита. Рассматриваемые регионы Восточно-Европейской платформы отличаются выраженностью гляциальных процессов, которые отсутствуют в Якутии. При этом в последней уровень активности криогенных процессов достигает максимума. Таким образом, выбранные для сравнения регионы контрастно различаются по каждому из трех отмеченных геологических факторов, что позволяет выделить по отдельности их влияние на формирование разнотипных нарушений.

В пределах Балтийского щита (Кольский, Северо- и Южно-Карельский районы) исследовались карьерные разрезы, вскрывающие лимно- и флювиогляциальные комплексы поздневалдайского возраста составом от гравийно-галечников и песков до алевритов и глин. На Русской плите изучались разрезы в районе Клинско-Дмитровской гряды, вскрывающие как флювиогляциальные комплексы московского возраста, так и озерно-болотные отложения микулинского возраста, в составе которых присутствует не только песок, алеврит и глина, но и гиттия и торф. В Северо-Восточной Якутии обследованы разрезы разновозрастных аласных отложений (комплексов термокарстовых озер) преимущественно алевритового состава, в которых также отмечены слои песка и торфа.

Цель работы: типизация дислокаций четвертичных отложений изученных регионов, анализ их генезиса и связи как с сейсмотектоникой, так и с экзогенными факторами. Практическое значение исследований заключается в разработке структурно-литологических критериев сейсмиков и метода их диагностики, что важно для объективной оценки сейсмической опасности палеосейсмологическим методом.

Методика исследования включала в себя: 1) выявление и расчистку обнажений; 2) подробное литологическое описание, фотографирование и зарисовку разрезов; 3) документирование грунтовых нарушений; 4) структурные наблюдения; а) для складчатых структур определялись их размер и морфология, литологический состав вмещающих слоев и структурно-литологические генетические параметры [Горбатов и др., 2022а]. Отбирались пробы, испытавших разжижение грунтов для лабораторного моделирования конволюций; б) для разрывных нарушений замерялись азимут и угол падения смесителя, величину смещения, определялся кинематический тип разрыва, соотношение направления смещения и азимута падения слоистости (уклона палеорельефа), уклона современного рельефа, направления движения ледникового покрова (определялось по ориентировке грядовых форм рельефа).

Характерные типы дислокаций и особенности их генезиса

Структуры грунтового разжижения (конволюции). Данный тип нарушений возникает чаще всего на литологических границах двухслойных осадочных систем в результате резкого взаимного внедрения водонасыщенных разжиженных осадков различного состава, динамической устойчивости и плотности. Нарушения имеют различную морфологию (регулярные складки и горизонты, отдельные складки, изолированные структуры или псевдонодули), развиты в песках и алевритах (легко разжижаемые грунты), реже в глинах и грубообломочных отложениях (рис. 1).

Среди наиболее значимых механизмов формирования подобных нарушений следует отметить гравитационную неустойчивость в толще осадков различной плотности (знаки нагрузки), напряжения при промерзании/протаивании грунтов (криотурбации), а также сейсмическое разжижение (сейсмогенные конволюции) [Van Loon, 2014]. Проведенное нами моделирование динамической устойчивости двухслойной системы «песок на алеврите» показывает ее внутреннюю нестабильность вследствие неустойчивой плотностной стратификации осадков, что объясняет наибольшую распространенность нарушений в грунтах такого состава и стратификации. Таким образом, конволютные структуры чаще формируются в грунтах, имеющих гравитационную неустойчивость, но инициирующее воздействие могло быть различным. Например, в аласных комплексах Якутии отмечены наиболее выдержанные по простиранию протяженные горизонты конволюций, также возникающие в системе «песок на алеврите», но приуроченные преимущественно к кровлям разновозрастных лимногенных формаций. Пространственная корреляция деформаций с перерывами осадконакопления позволяет предполагать криогенный механизм их формирования в этом регионе. При этом в разрезах Европейской части России подобной взаимосвязи не отмечено, кроме того, здесь выявлены конволютные структуры в межледниковых отложениях микулинского возраста (Дмитровский разрез), формирование которых происходило без участия криогенных процессов.

В перигляциальных регионах в конволютную деформацию редко вовлекаются грубообломочные отложения (с тяжелой разжижаемостью), при этом не отмечено случаев участия этих отложений в нижнем слое деформаций (признак устойчивой плотностной стратификации в момент формирования складок), тогда как в сейсмоактивных регионах (Тянь-Шань, Алтай, Байкальская рифтовая зона) такой тип нарушений широко распространен [Гор-

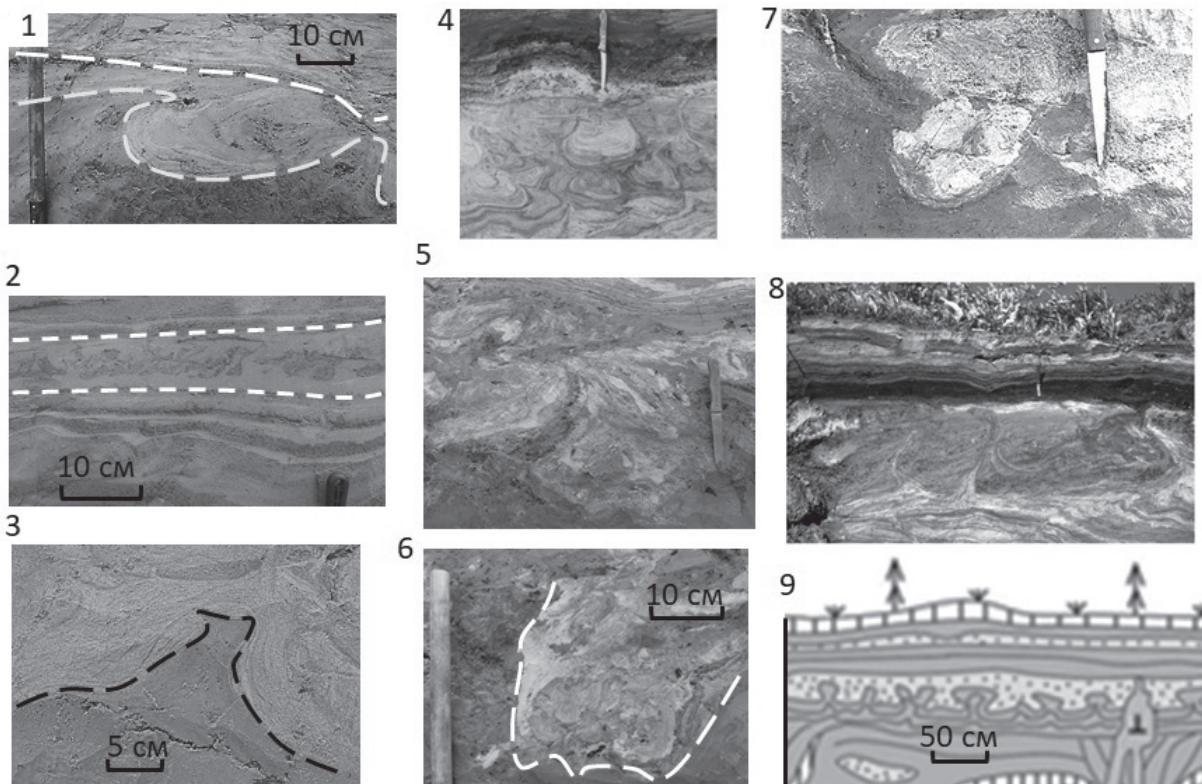


Рис. 1. Конволютные структуры в стратифицированных лимногенных отложениях. *Балтийский щит*: 1 – складки на границе мелкозернистый песок / алеврит (Ловчорр, Хибины); 2 – складчатый горизонт на границе средне- / мелкозернистый песок (там же); 3 – антиклиналь на границе мелкозернистый песок / алеврит (Половина, Южная Карелия); 4 – псевдонодуль средне- в мелкозернистом песке (Тирвас, Хибины); *Русская плита* (Дмитровский разрез): 5, 6 – складки на границе среднезернистый песок / глина; 7 – псевдонодуль среднезернистого песка в оторфованном. *СВ Якутия*: 8, 9 – складки на границе мелкозернистый песок / алеврит.

Fig. 1. Convolute structures in stratified limnogenic deposits. *Baltic Shield*: 1 – folds at the boundary of fine-grained sand / silt (Lovchorr, Khibiny); 2 – folded horizon at the boundary of medium / fine-grained sand (ibid.); 3 – anticline at the fine-grained sand / silt boundary (Polovina, South Karelia); 4 – medium-grained pseudonodule in fine-grained sand (Tirvas, Khibiny); *Russian plate* (Dmitrovsky section): 5, 6 – folds at the boundary of medium-grained sand / clay; 7 – pseudonodule of medium-grained sand in peaty sand. *NE Yakutia*: 8, 9 – folds at the boundary fine-grained sand / silt

батов и др., 2022a]. Данная характерная особенность позволяет сделать вывод, что конволюции в изученных перигляциальных регионах не связаны с сильными сейсмическими событиями (с магнитудами более 5.5 и эпицентральной интенсивностью более 8 баллов).

Подводно-оползневые складки. На основе анализа подобных нарушений (рис. 2) в озерно-ледниковых комплексах Хибин (разрезы Коашвинский, Ловчорр) могут быть выделены следующие характеристики этих структур, имеющие значение для их диагностики: 1) мощность деформированных пачек слоев в складчатых структурах постоянно вдоль простирания, т.е. при их формировании отсутствовало разжижение осадков; 2) складки имеют вергентность (от опрокинутых и лежащих до ныряющих и закрученных), указывающую на горизонтальное течение пластичных осадков; 3) структуры развиты в пачках с глинистыми слоями, ве-

роятно, обеспечивающими скольжение оползневых тел; 4) замки складок чаще направлены в сторону оползневого смещения (в направлении падения слоистости). Подробно механизмы образования подводно-оползневых складчато-разрывных нарушений и подходы к их структурному анализу рассмотрены в работе [Alsop, Marco, 2013].

Разрывные дислокации. Этот тип нарушений (рис. 3) представлен сбросами (в том числе ступенчатыми и микрограбенами), так и взбросами.

Разрывы характерны для гляциальных комплексов Восточно-Европейской платформы, а также микулинских межледниковых озерно-болотных отложений (Дмитровский разрез) и отсутствуют в аласных комплексах Якутии. Направления смещения по сбросовым разрывам в изученных разрезах часто согласуются с уклоном современного рельефа или падением слоистости (палеорельефом). Для разреза камовой возвышенности

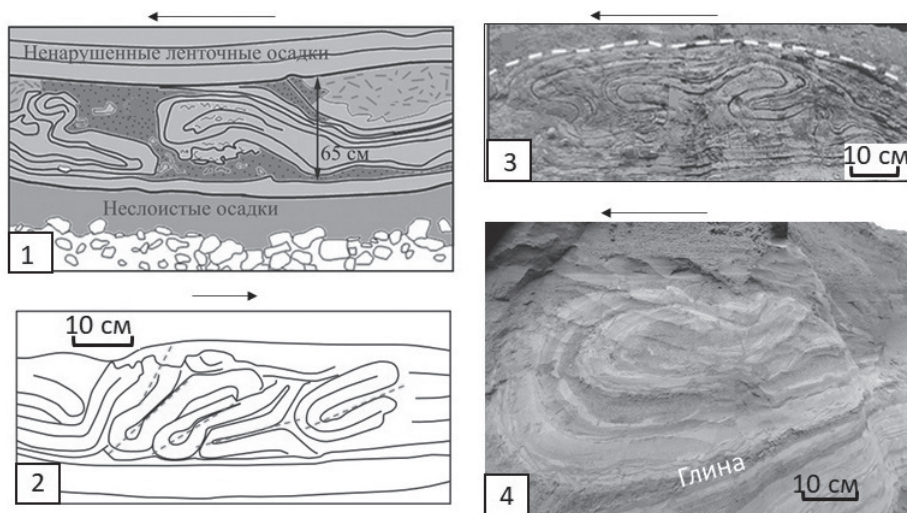


Рис. 2. Оползневые складки в тонкослоистых озерных отложениях Хибин. Коашвинский разрез: 1 – лежащая складка в слоистых алевритах со сводом, примыкающим к скоплению песка. 2 – вергентные ныряющие складки в алеврите; 3 – спиральная закрученная складка в алеврите; Ловчоррский разрез: 4 – лежащая складка в песках с прослоем глины в подошве нижнего крыла. Стрелкой обозначено направление оползания. Структуры 1-3 по [Горбатов, Колесников, 2016], с дополнениями.

Fig. 2. Slump folds in the thin-layered lacustrine deposits of the Khibiny. Koashva section: 1 – lying fold in layered silts with a dome adjoining sand accumulation. 2 – vergent diving folds in silt; 3 – spiral twisted fold in silt; Lovchorr section: 4 – lying fold in sands with an interlayer of clay at the base of the lower wing. The arrow indicates the direction of creep. Structures 1-3 according to [Gorbatov, Kolesnikov, 2016] with additions

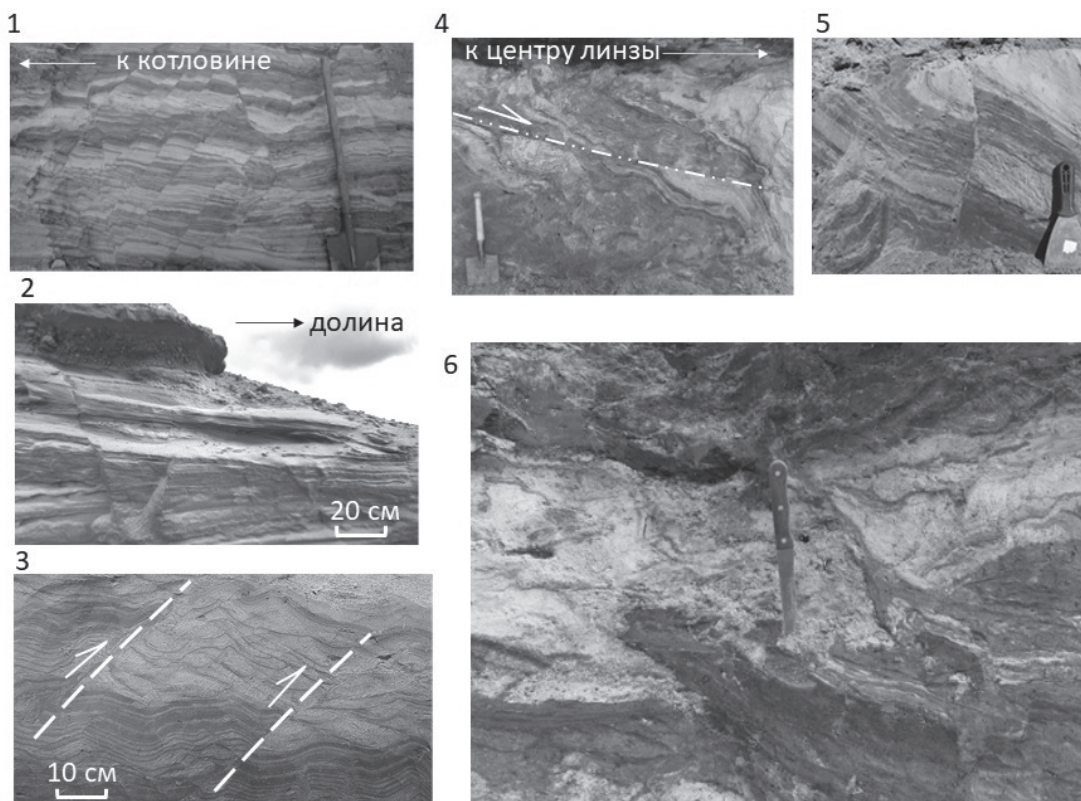


Рис. 3. Разрывные нарушения в изученных разрезах песчано-алевритовых отложений. Балтийский щит: 1 – ступенчатые сбросы в сторону озерной котловины. Пряжа, Южная Карелия; 2 – сброс в разрезе флювиогляциальной террасы в сторону долины, район цирка Снежный, Хибин; 3 – ступенчатые взбросы, Мончегорск; Русская плита (Дмитровский разрез): 4 – пологий сброс по наклону слоистости в линзе алевритовых песков; 5 – субвертикальный разрыв; 6 – серия взбросов в кровле оторфованных песков.

Fig. 3. Faults in the studied sections of sandy-silty deposits. Baltic shield: 1 – stepped normal faults towards the lake basin, Pryazha, South Karelia; 2 – normal fault in the section of the fluvio-glacial terrace towards the valley, the area of the Snezhny circus, Khibiny; 3 – stepped reverse faults, Monchegorsk; Russian plate (Dmitrovsky section): 4 – gentle normal fault along the bedding slope in a lens of silty sands; 5 – subvertical fault; 6 – a series of reverse faults in the roof of peaty sands

«Шарваозеро» [Горбатов, 2020] предложена модель формирования интенсивных нарушений в результате расседания толщи осадков ледникового озера при дегляциации, которая объясняет приуроченность нарушений (взбросов и складок изгиба) к краевой зоне толщи озерных осадков и корреляцию направления падения взбросов и максимального уклона рельефа. Кинематика разрывов в Дмитровском разрезе указывает на неравномерные процессы уплотнения оторфованных осадков, подстилающих толщу в зоне деформаций [Горбатов и др., 2022б]. Таким образом, в большинстве изученных разрезов разрывные дислокации могут быть объяснены экзогенными факторами. Кроме того, обнаруживаемые многочисленные разрывы в рыхлых отложениях, как правило, нарушают только поздневалдайские гляциальные комплексы и не имеют выхода на поверхность в виде так называемых сейсмоуступов и сейсмотрещин, которые могли бы говорить о послеледниковых сейсмотектонических подвижках.

Полученные результаты подчеркивают высокую роль гляциодинамических процессов в разрывообразовании при формировании гляциаль-

ных плейстоценовых комплексов, что согласуется с основами современной концепции строения и формирования отложений краевых образований плейстоценовых ледниковых покровов Ю.А. Лаврушина [2021].

Грунтовые жилы и структуры облекания.

Грунтовые жилы (рис. 4) отмечены во всех трех регионах и имеют морфологию от правильной клиновидной до неправильной.

Возникает этот тип нарушений в грунтах от глин и гиттий, до слоистых разнородных песков, при этом сложенные грунтовые жилы могут быть и крупнообломочными отложениями, как в разрезе Ловчорр (Хибины). Жильные нарушения являются наиболее характерным типом криогенных структур и формируются как по механизму псевдоморфоз по полигонально-жильному льду (ПЖЛ), так и изначально-грунтовых жил. По данным А.Г. Костяева [1975], при образовании грунтовых жил могли участвовать также процессы конвективной неустойчивости в осадочной толще. Структуры облекания формируются в субаквальных условиях при протавании ПЖЛ и синхронном осадконакоплении в образовавшемся на дне озера линейном

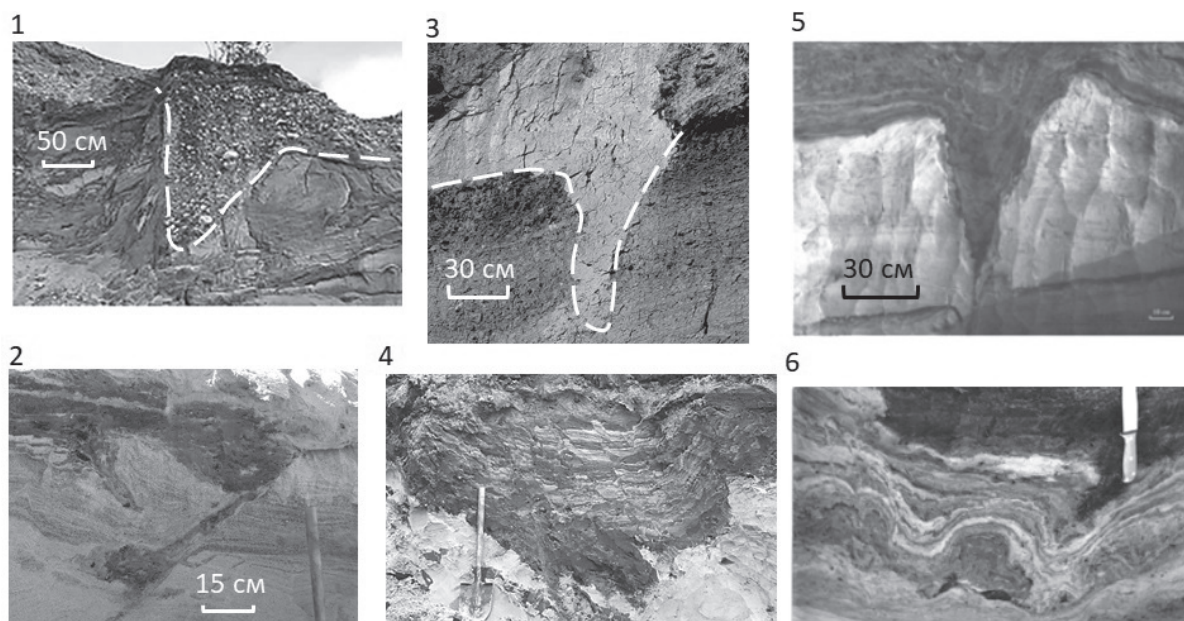


Рис. 4. Грунтовые жилы и структуры облекания в изученных разрезах. Балтийский щит: 1 – жила галечника в слоистом средне-мелкозернистом песке, Ловчорр, Хибины; 2 – то же оторфованного песка в разнородном песке, Челмузи, Южная Карелия; Русская плита, Дмитров: 3 – субаэральная грунтовая жила покровного суглинка в озерной гиттии; 4 – структура облекания, выполненная дислоцированными песчано-алевритовыми озерными осадками в основании микулинского комплекса; СВ Якутия: 5 – жила алеврита в песке; 6 – структура облекания.

Fig. 4. Ground veins and shell structures in the studied sections. Baltic Shield: 1 – pebble vein in layered medium-fine-grained sand, Lovchorr, Khibiny; 2 – the same peaty sand in inequigranular sand, Chelmuzy, South Karelia; Russian plate, Dmitrov: 3 – subaerial ground vein of mantle loam in lacustrine gyttia; 4 – shell structure made of dislocated sandy-silty lacustrine sediments at the base of the Mikulinsky complex; NE Yakutia: 5 – vein of silt in sand; 6 – the shell structures

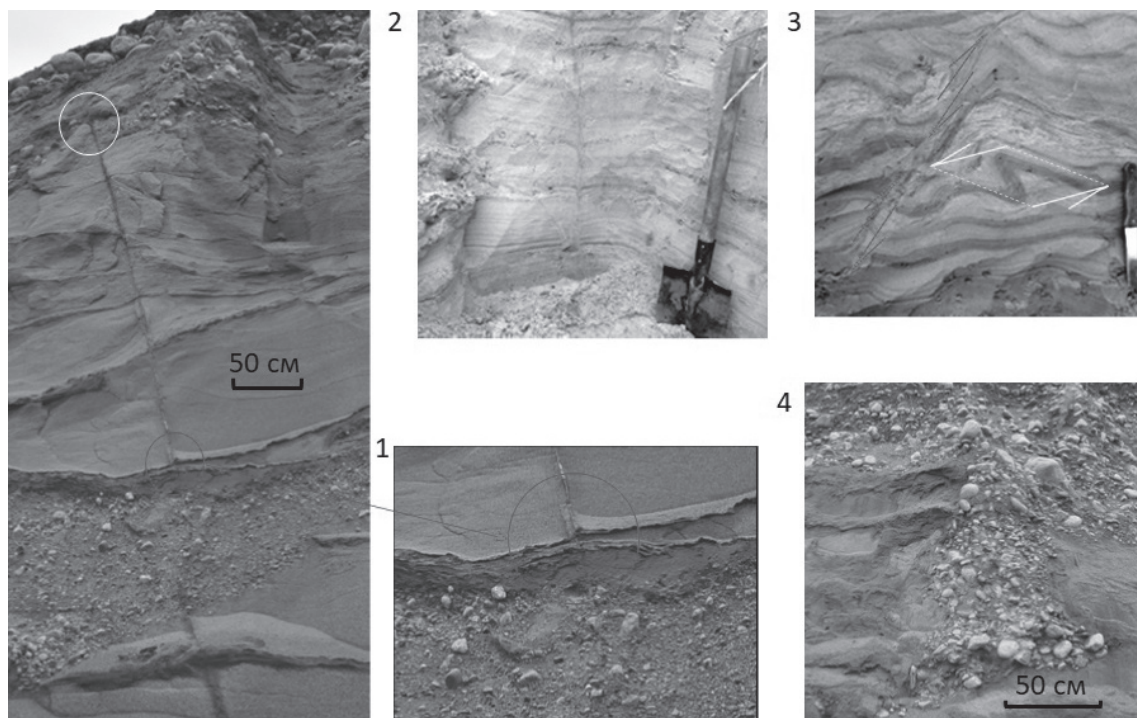


Рис. 5. Редкие виды грунтовых нарушений (Балтийский щит). 1 – «слепой» раздвиг / кластическая дайка, Ловчорр, Хибины; 2 – вертикальная трещина отрыва, Торосозеро, Южная Карелия; 3 – приразрывная складка, Мончегорск; 4 – грибообразная структура внедрение галечника в подстилающий песок, Ловчорр.

Fig. 5. Rare types of soil disturbances (Baltic Shield). 1 – “blind” parting / clastic dyke, Lovchorr, Khibiny; 2 – vertical parting, Torosozero, South Karelia; 3 – fold in the fault zone, Monchegorsk; 4 – mushroom-like structure intrusion of pebbles into the underlying sand, Lovchorr

термокарстовом понижении. Механизм образования этих структур подробно изучен Ю.А. Лаврушиным [1960].

Редкие типы нарушений. К данной группе нарушений можно отнести следующие типы (рис. 5): 1) единичные кластические дайки с раздвиговой компонентой без продольного смещения и с заполнением трещины тонкопесчаным материалом; 2) приразрывные складки, морфология которых указывает на сдвиговую деформацию в лежащем крыле взбросово-флексурной зоны; 3) структуры внедрения и пластических деформаций грубообломочных отложений, например галечников – в подстилающий песок, в форме перевернутого гриба.

Выводы

1. Проведенная сравнительная характеристика основных типов грунтовых нарушений показывает: а) структуры грунтового разжижения имеют полигенный характер; б) подводно-оползневые складки наиболее выражены в озерно-ледниковых осадках ленточного типа, в областях с горным рельефом; в) разрывные нарушения обусловлены современ-

ным или палеорельефом, гляциодинамическими воздействиями или неравномерными процессами уплотнения осадков; г) грунтовые жилы и структуры облегания отражают степень выраженности криогенных процессов.

2. В осадочных комплексах платформенных перигляциальных регионов широко распространены псевдосейсмита (конволюции, разрывы, оползневые складки), которые образуются в результате раннего литогенеза субаквальных осадков, гляциальной и криогенной активности. В регионах не выявлены выходы разрывов на поверхность в виде так называемых сейсмоуступов.

3. Показано, что грунтовые нарушения Балтийского щита и геодинамически стабильной Русской плиты аналогичны как по набору структур, так и по интенсивности дислоцирования толщ и отличаются от структур СВ Якутии меньшей выраженностью криогенных деформаций.

4. При анализе конволютных структур перигляциальных регионов установлено вовлечение в деформацию осадочных систем с низкой динамической устойчивостью (разжижаемость грунтов – легкая, тип плотностной стратификации осадков – неустойчивая), что отличает эти образования от

структур грунтового разжижения, инициированных сильными землетрясениями.

5. Полученные результаты существенно уточняют генезис наиболее распространенных типов грунтовых дислокаций в позднечетвертичных комплексах и позволяют проводить диагностику различных процессов по морфологии и структурно-литологическим характеристикам этих нарушений.

Работа выполнена за счет средств бюджетного финансирования, тема госзадания FMWU-2022-0011 Института физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН.

Литература

- Горбатов Е.С., Колесников С.Ф. Деформационные текстуры в озерно-ледниковых отложениях Хибин и оценка их сейсмогенности // *Вопросы инженерной сейсмологии*. 2016. Т. 44, № 3. С. 5–17.
- Горбатов Е.С. Особенности формирования кама «Шарваозеро» (Северная Карелия) и сингенетических деформаций в его разрезе // *Геофизические процессы и биосфера*. 2020. Т. 19, № 3. С. 33–50.
- Горбатов Е.С., Корженков А.М., Колесников С.Ф., Рассказов А.А., Родина С.Н., Варданян А.А. Особенности генезиса конволюций в озерных комплексах регионов со сравнительно низкой (Балтийский щит) и высокой (Тянь-Шань) палеосейсмической активностью // *Геология и геофизика*. 2022а. Т. 63, № 5. С. 709–728.
- Горбатов Е.С., Колесников С.Ф., Рассказов А.А. Особенности строения и формирования дислокаций в разрезе микюлинских (Q_3^1) озерных осадков Дмитровского карьера (Московская область) // *Вопросы инженерной сейсмологии*. 2022б. Т. 49, № 2. С. 41–55.
- Костяев А.Г. Перигляциальная зона равнин Западной Евразии // *Палеогеография и перигляциальные явления плейстоцена*. М.: Наука, 1975. С. 163–179.
- Лаврушин Ю.А. О происхождении так называемых мерзлотных структур облекания в четвертичных отложениях и их стратиграфическом значении // *Перигляциальные явления на территории СССР*. М.: Изд. МГУ, 1960. С. 130–141.
- Лаврушин Ю.А. Основы современной концепции строения и формирования отложений краевых образований плейстоценовых ледниковых покровов // *Бюллетень Комиссии по изучению четвертичного периода*. 2021. № 79. С. 38–70.
- Николаева С.Б. Складчатые деформации в позднеплейстоценовых отложениях Хибин (центральная часть Кольского полуострова): морфология и генезис // *Вестник МГТУ*, 2014. Т.17, № 2. С. 329–339.
- Рассказов А.А., Горбатов Е.С. Лимногеология и эволюция озерного литогенеза. – М.: ИФЗ РАН, 2019, 192 с.
- Alsop G.I., Marco S. Seismogenic slump folds formed by gravity-driven tectonics down a negligible subaqueous slope // *Tectonophysics*. 2013. N. 605. P. 48–69.
- Mörner N.-A. Paleoseismicity of Sweden. A novel paradigm. Sweden, Stockholm, JOFO Grafiska AB. 2003. 320 p.
- Van Loon A.J. (Ed.). Seismites and their soft-sediment deformation structures // *Geologos*, 2014, № 2, v. 20. P. 61–166.

Literature

- Gorbatov E.S., Kolesnikov S.F. Deformation structures in glaciolacustrine deposits of khibiny and assessment of their seismogenic potential // *Seismic Instruments*. 2017. Vol. 53, no. 3. P. 224–233.
- Gorbatov E.S. Specifics of the formation and syngenetic deformations of the Sharvaозero kame (North Karelia) // *Izv., Atmos. Ocean. Phys.*, 2020, vol. 56. P. 1218–1234.
- Gorbatov E.S., Korzenkov A.M., Kolesnikov S.F., Rasskazov A.A., Rodina S.N., Vardanyan H.A. Genesis of convolutions in lacustrine complexes in regions with comparatively low (Baltic Shield) and high (Tien Shan) paleoseismic activity // *Russian Geology and Geophysics*. 2022a. Vol. 63, no. 5. P. 590–606.
- Gorbatov E.S., Kolesnikov S.F., Rasskazov A.A. Features of the structure and formation of dislocations in the section of the mikulinsky (Q_3^1) lacustrine sediments of the Dmitrov quarry (Moscow region) // *Seismic Instruments*. 2022b. Vol. 58, no. 4. P. 473–484.
- Kostyaev A.G. The periglacial zone of plains in West Eurasia // *Paleogeography and Periglacial Phenomena of the Pleistocene*, Moscow: Nauka, 1975, pp. 163–179.
- Lavrushin Yu.A. On the origin of the so-called permafrost shell structures in Quaternary deposits and their stratigraphic significance // *Periglacial Phenomena on the USSR Territory*, Moscow: MGU, 1960, pp. 130–141.
- Lavrushin Yu.A. The basics of the modern concept of the study «Morphology and Formation of Marginal deposits of Pleistocene Glaciers» // *Bulletin of the Commission for study of the Quaternary*. 2021. № 79. C. 38–70.
- Nikolaeva S.B. Folded deformations in the late Pleistocene deposits of the Khibiny (central part of the Kola Peninsula): morphology and genesis // *Bulletin of MSTU*, 2014. V. 17, No. 2. P. 329–339.
- Rasskazov A.A., Gorbatov E.S. Limnogeology and Evolution of Lacustrine Lithogenesis, Moscow: IFZ RAN, 2019, 192 p.
- Alsop G.I., Marco S. Seismogenic slump folds formed by gravity-driven tectonics down a negligible subaqueous slope // *Tectonophysics*. 2013. N. 605. P. 48–69.
- Mörner N.-A. Paleoseismicity of Sweden. A novel paradigm. Sweden, Stockholm, JOFO Grafiska AB. 2003. 320 p.
- Van Loon A.J. (Ed.). Seismites and their soft-sediment deformation structures // *Geologos*, 2014, № 2, v. 20. P. 61–166.

E.S. Gorbatov, A.A. Rasskazov, S.F. Kolesnikov
DISLOCATIONS IN THE QUATERNARY DEPOSITS OF THE BALTIC SHIELD,
RUSSIAN PLATE AND NORTH-EASTERN YAKUTIA

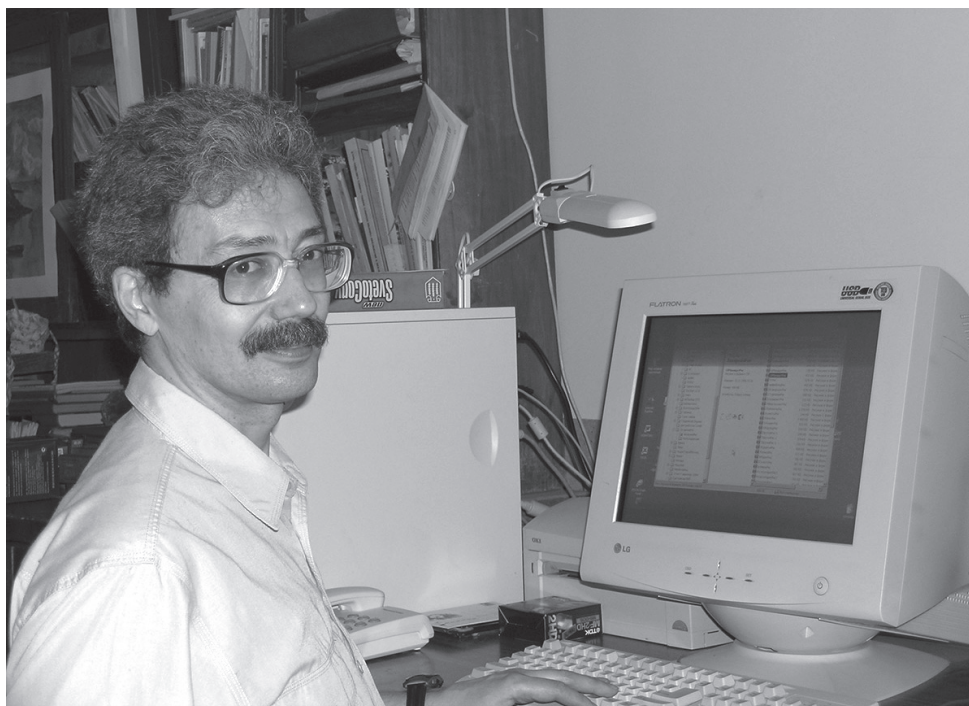
In limnogenic, fluvio- and limnoglacial Late Pleistocene deposits of the Baltic Shield and the Russian Plate and limnogenic (alas) complexes of different ages in North-Eastern Yakutia, which were formed under conditions of different levels of activity of seismotectonic, glacial and cryogenic processes, identified various types of dislocations (structures of soil liquefaction or convolutions, underwater slump folds, faults, ground veins, etc.). On the basis of the collected lithological material (20 sections), by comparing the prevalence of disturbances of each type with each other, their different genesis is shown. Convolute disturbances are present in three regions, which may indicate different mechanisms of their formation (gravitational instability, cryogenesis, seismic liquefaction). These structures are morphologically similar to seismites and are sometimes mistaken for traces of paleoearthquakes; however, in the studied periglacial regions, they appear only in sedimentary systems with low dynamic stability. Therefore, the probability of their seismic initiation is relatively low. Vergent slump folds are distributed locally in areas of mountainous relief (Khibiny massif). Faults are most characteristic of glacial deposits; they do not show activity in the post-glacial period and may be associated with subsidence or settlement of strata in the body of the sheet glacier and subsequent landslide processes. Ground veins and shell structures to the greatest extent reflect the activity of cryogenic processes. The results obtained significantly expand the understanding of the conditions for the formation of soil disturbances in Quaternary deposits.

Keywords. Deformation structures, convolutions, faults dislocations, ground veins, shell structures, typification, formation mechanisms, limnogenic complexes, East European Platform, Yakutia

ПОТЕРИ НАУКИ

РОСТИСЛАВ ИГОРЕВИЧ НЕДУМОВ

10.06.1954–10.01.2023



10 января 2023 года не стало нашего коллеги и друга, талантливого и успешного исследователя литолога-геохимика Ростислава Игоревича Недумова, нашего Славы.

...Вся профессиональная деятельность Ростислава Игоревича от начала и до конца прошла в Геологическом институте. Он был исключительно трудолюбивым, скромным, добрым и красивым человеком... Светлая ему память! И огромная благодарность судьбе, что дала возможность многие годы быть с ним рядом. Бюллетень по изучению четвертичного периода, в выпуске которого он участвовал в течение 20 лет, также выражает свое глубокое сожаление о случившемся.

Список публикаций Р.И. Недумова можно найти здесь https://www.elibrary.ru/author_items.asp?authorid=64869

Дирекция Геологического института,
Лаборатория седиментогенеза и геохимии осадочных бассейнов,
Комиссия по изучению четвертичного периода

ЕЛЕНА АЛЕКСАНДРОВНА СПИРИДОНОВА

27.12.1933–31.07. 2022



Совершенно неожиданно, находясь на лечении в больнице и готовясь к выписке, ушла из жизни известный специалист в области современной отечественной четвертичной палинологии Спиридонова Елена Александровна, старший научный сотрудник Института археологии РАН, кандидат географических наук. Вся научная деятельность Елены Александровны четко подразделяется на два этапа. Первый из них – ленинградский – был посвящен, главным образом, палинологическому изучению четвертичных отложений северо-запада Европейской части России. Эти исследования проводилось в содружестве с сотрудниками ВСЕГЕИ и Северо-Западного геологического управления. Важнейшими итогами данного направления исследований явилась коллективная монография, в которой было дано палинологическое обоснование природных событий различных межстадиалов валдайского оледенения и, что очень важно, были установлены их индивидуальные отличия. Эти выполненные Е.А. исследования более 50 лет назад не потеряли своей актуальности до настоящего времени. Важным итогом работы Е.А. явилась также результаты исследований продолжительного холодного (неледникового) этапа позднего плейстоцена, длительностью около 30 тысяч лет (средний валдай), в котором была установлена ландшафтная последовательность в изменении природной среды данного холодного интервала, который можно отнести к особым интервалам холодных межледниковий (The Cold Interglazial) .

Важнейшим итогом исследований данного этапа явилась кандидатской диссертации, которую ЕА блестяще защитила на заседании Ученого совета географического факультета ЛГУ.

Второй этап – разработка методических основ современной археологической палинологии станет ведущим направлением научной деятельности Е.А. Спиридоновой с конца 1984 г., когда она переехала в Москву и организовала кабинет палинологии в лаборатории естественно-научных методов Института археологии РАН. В этот этап основное направление научной деятельности Е.А. было связано с использованием применения палинологического анализа при изучении археологических культур разной длительности исторических эпох от палеолита до средневековья. При этом важным моментом проводившихся исследований являлся учет разнообразия локальных особенностей геологического строения территории и даже, при необходимости, геохимии отложений и осадконакопления. В этом плане Е.А. не только лично отбирала образцы для палинологических исследований из геологических разрезов памятников, но и в ходе их обработки производила необходимую корректировку этого процесса. Результаты исследований нашли свое отражение в более чем 200 научных публикациях и во множестве отчетов и заключений,

в которых рассматриваются вопросы природной среды обитания древних антропогенных сообществ. Это вносило определенный вклад в проблемы понимания части возникновения культурно-бытовых традиций, корреляции различных археологических культур, а также вопросы стратиграфии четвертичных отложений, палеоэкологию и в понимание вопросов развития четвертичного палеоклимата.

Публикации Елены Александровны, что особенно важно отметить, составили основу специфического направления в исследовании квартера – современной отечественной археологической палинологии. Это потребовало личного участия Е.А. не только в отборе образцов на множестве памятников, сопровождавшихся учетом геологических и археологических особенностей строения разрезов и анализом интерпретации полученных палинологических данных и даже в ряде случаев изменять приемы лабораторной обработки. Подобный подход заложил одну из важнейших основ современной отечественной археологической палинологии: индивидуальность набора используемых методов исследований, учитывающих различные типы памятников, совершенно не одинаковую продолжительность археологических эпох: особенно интервала поздний палеолит-средневековье. Важно отметить постоянное стремление Е.А. лично посетить многие из изучаемых памятников. Таким образом, по представлениям Е.А. базисная основа археологической палинологии состоит из сочетания высокоразрешающих материалов исследований, полученных археологическими, геологическими и палеоботаническими методами. Соответственно методика исследований данного направления исследований состоит из комплекса методических приемов, используемых в археологии, геологии и палеоботанике. Таким образом, Е.А. были заложены основы методики археологической палинологии при изучении археологических памятников.

Интересно также отметить, что в последние годы Е.А. увлеклась еще одним из интересных, пионерных направлений археологической палинологии позднего палеолита Костенок – растительной пищей в питании человека каменного века, обитавшего примерно 30 т.л.н. Эта работа была опубликована совместно с итальянскими, чешскими и российскими исследователями. Значительное количество совместных публикаций Е.А. имеется с сотрудниками Геологического института РАН, в экспедиционных работах которого она неоднократно принимала участие.

Публикации Е.А. Спиридоновой хорошо известны специалистам, как в России, так и за рубежом – они послужат не одному поколению палинологов, археологов и других специалистов в области изучения природной среды квартера. Почти весь список публикаций Е.А. Спиридоновой имеется в информационном материале опубликованном группой истории науки ГИН РАН, за исключением исследований по территории Московского кремля и др. работ, находящихся в печати.

Друзья, коллеги и ученики сохраняют о Елене Александровне самую добрую память.

Дирекция Геологического института РАН
Комиссия ОНЗ РАН по изучению по изучению четвертичного

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Найдина О.Д.</i> Елена Дмитриевна Заклинская (1910–1969) – основатель палинологической комиссии в России	5
<i>Шидловская А.В.</i> Растительность и климат борковского интервала беловежского времени плейстоцена на востоке Белоруси по материалам палинологических исследований	14
<i>Лаврушин Ю.А., Петрова В.В., Синицын А.А., Спиридонова Е.А.</i> Позднепалеолитический «оазис» в окрестностях с. Костенки (Средний Дон): причины возникновения и долговременного существования	34
<i>Друщиц В.А.</i> Корреляция событий квартера на Арктической континентальной окраине	68
<i>Горбатов Е.С., Рассказов А.А., Колесников С.Ф.</i> Структурные типы и генезис дислокаций в четвертичных отложениях различных районов Северной Евразии	91
ПОТЕРИ НАУКИ	
Ростислав Игоревич Недумов	99
Елена Александровна Спиридонова	100

CONTENTS

<i>Naidina. O.D.</i> Elena Dmitrievna Zaklinskaya (1910–1969) — founder of the palinological commission in Russia	5
<i>Shidlovskaya A.V.</i> Vegetation and climate of the Borkovian interval of belovezhian time of the Pleistocene in the eastern Belarus according to the materials of palynological investigations	14
<i>Lavrushin Yu.A., Petrova V.V., Sinitsyn A.A., Spiridonova E.A.</i> Late Paleolithic “oasis” in the vicinity of the village Kostenki (Mid-Don Region): causes of occurrence and long-term existence	34
<i>Drouchits V.A.</i> Event correlation on the Arctic Continental Margin for Quaternary	68
<i>Gorbatov E.S., Rasskazov A.A., Kolesnikov S.F.</i> Structural types and genesis of dislocations in Quaternary deposits in various regions of Northern Eurasia	91
IN MEMORIUM	
Rostislav Igorevich Nedumov	99
Elena Aleksandrovna Spiridonova	100